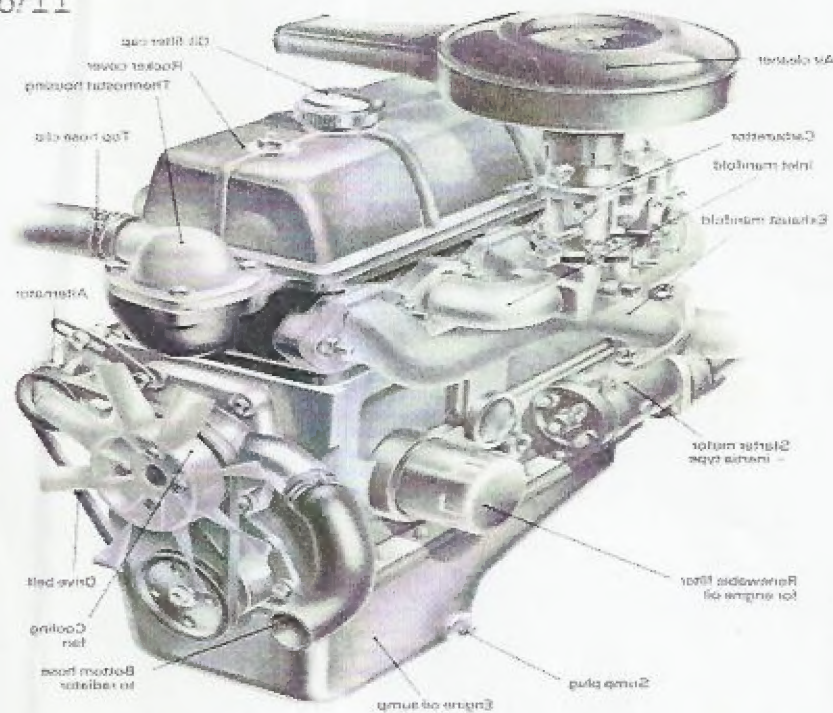


1433/6/11

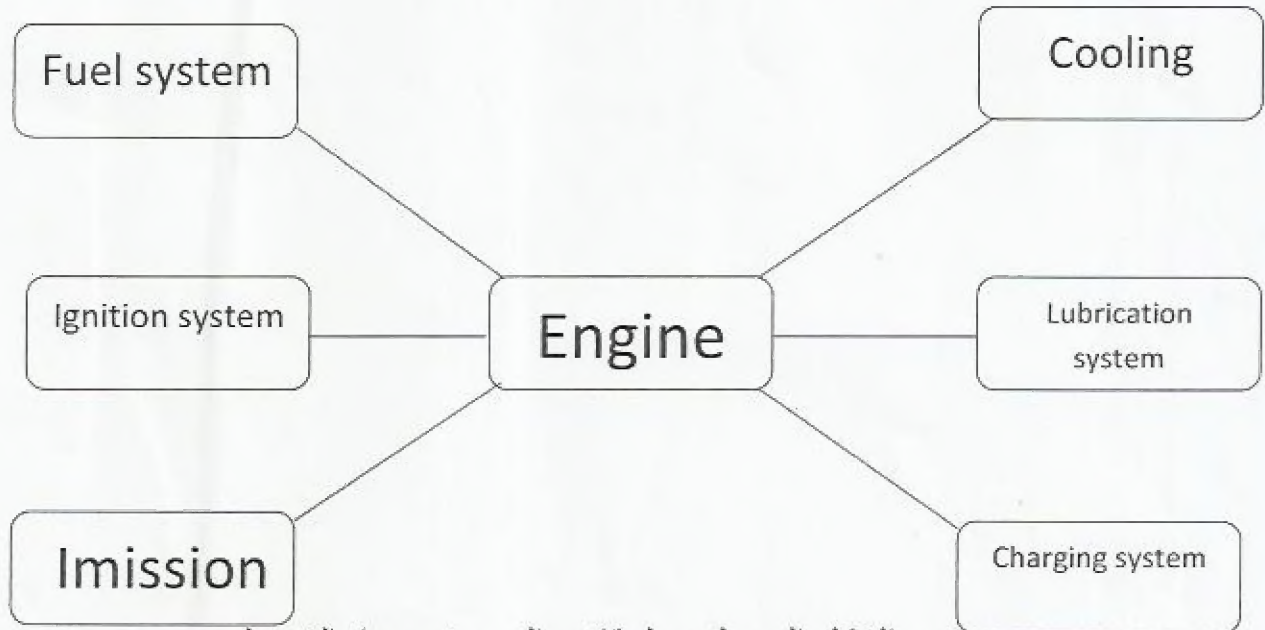
3 Pages



محاضرات د عوض رشاد

ALAQSA IS  
OUR GOAL

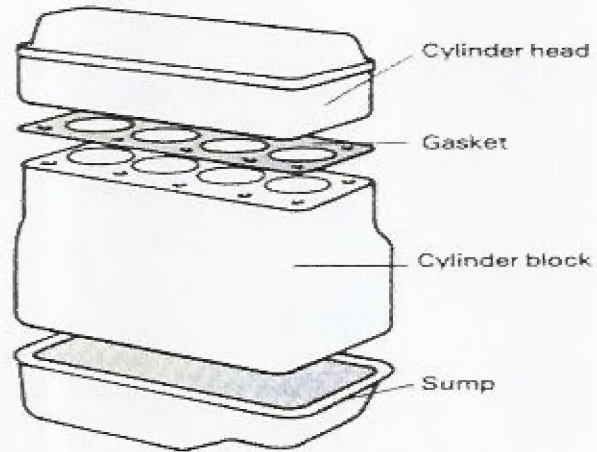
الفرقة الرابعة | WW



يوضح الشكل المحرك وملحقاته والتي سندرسها بالتفصيل

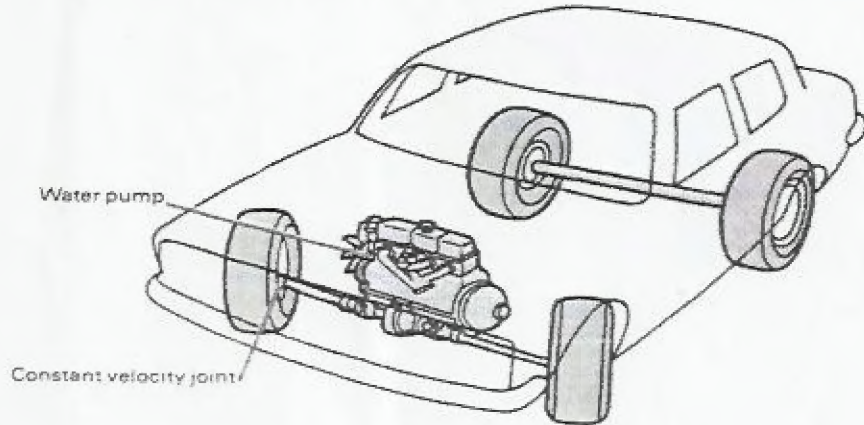
- الديزل يحتاج تبريد أكثر من البنزين
- لابد نعمل تزييت لكي نقلل القدرة المفقودة في الاحتكاك
- منظومة التشحيم تعني أننا نستخدم أداة معينة لإدخال كمية هواء أعلى لغرفة الاحتراق لكي نحرق أكبر كمية وقود وله أربع طرق قد يكون احداها رفع ضغط الشحنة الداخلة
- في نهاية العام يوجد خمس درجات check عمل التقارير
- Engine actual thermal cycle
- يذكر ذاتيا من كتاب وايت هاوس ch 8-9
- صورة توضح تركيب المحرك



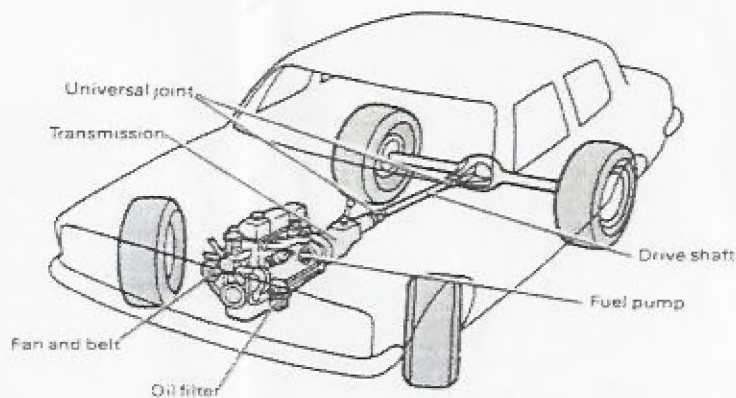


### أنواع المحركات من حيث الدفع

- 1- جر أمامي : حيث العجلتين الأماميتين متصلتين بخرج الماتور ، ويكون الماتور موضوع بشكل عرضي

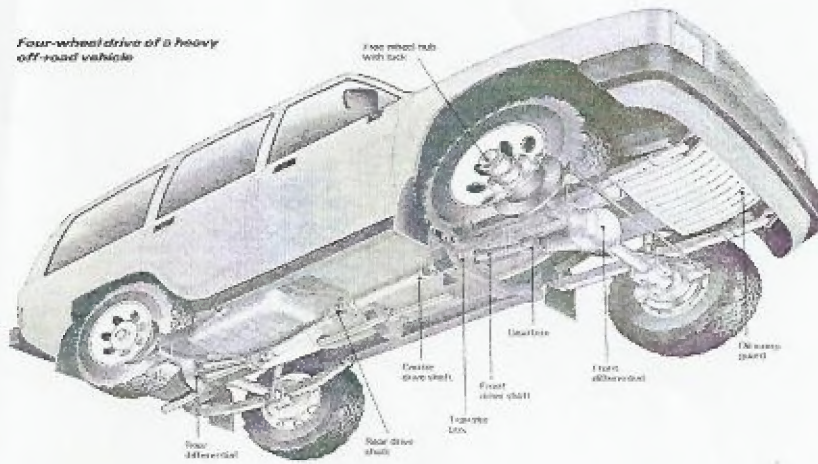


- 2- دفع خلفي : كما بالشكل الماتور موضوع طولي ولا بد من وجود كرونه



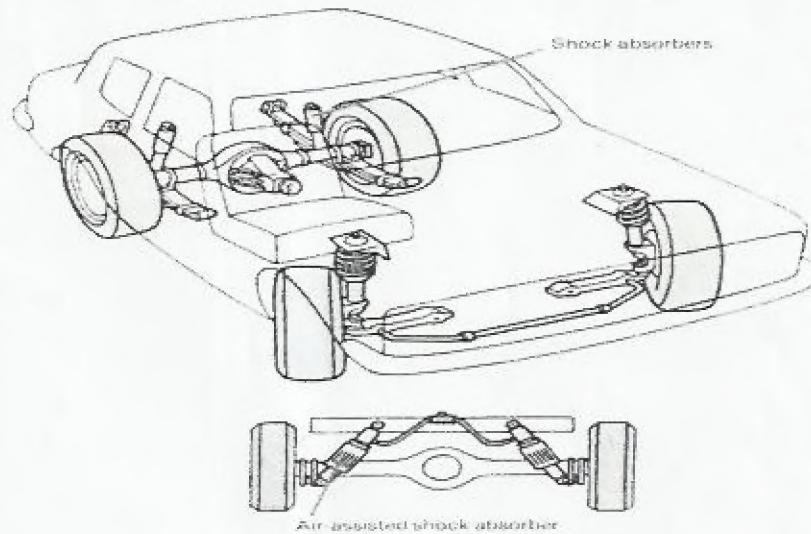
- 3- دفع رباعي : وهنا يوجد 2 كرونه واحدة للجر الأمامي وأخري للدفع الخلفي ويتميز هذا النوع بملائمته للصحراء

فلو انغرست إطارات المقدمة يساعدها الدفع الخلفي في التحرر والعكس بالعكس



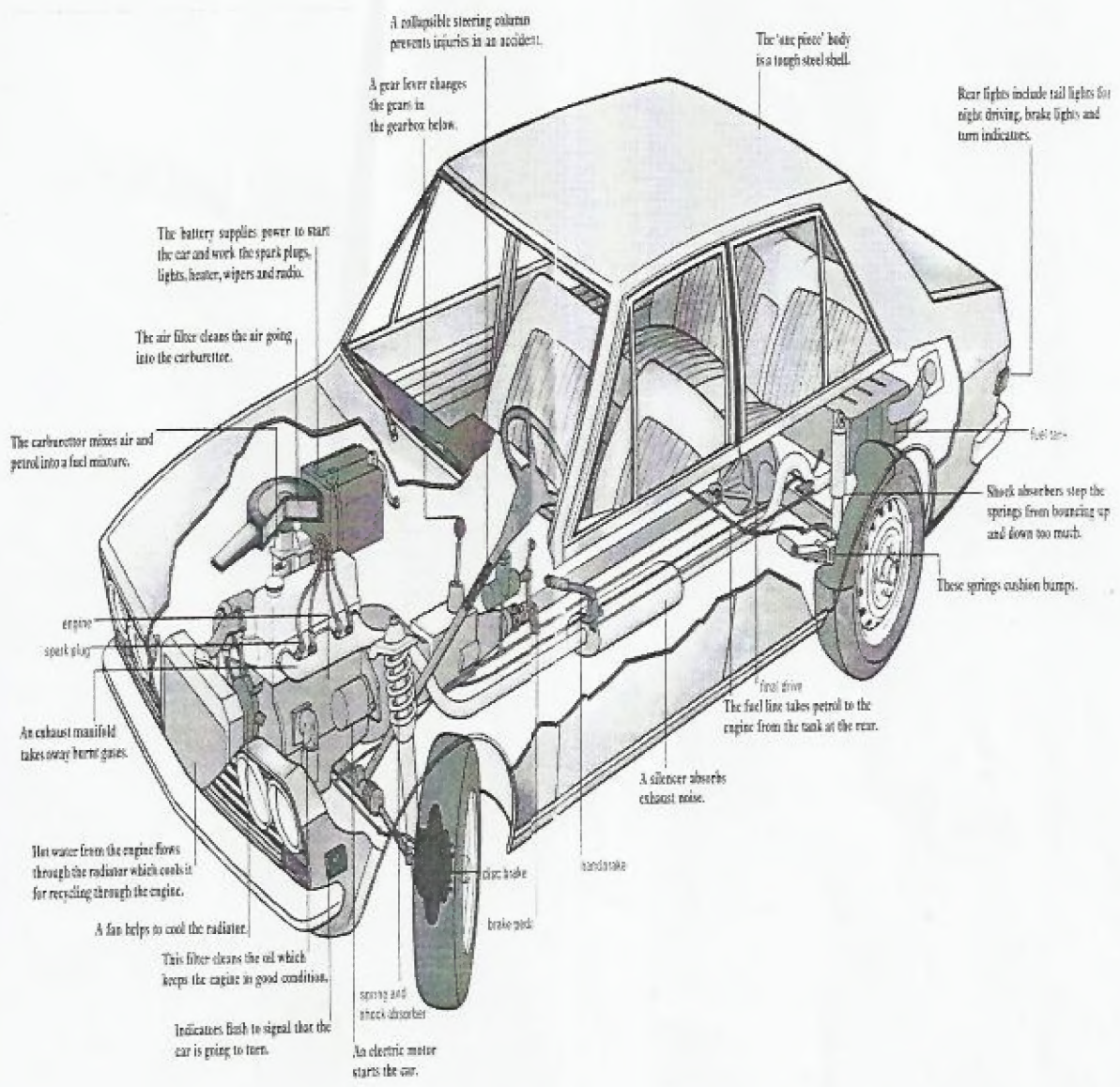
صور عامه

صورة توضح علاقات السيارة التي تقوم بدور مخمدات الحركة

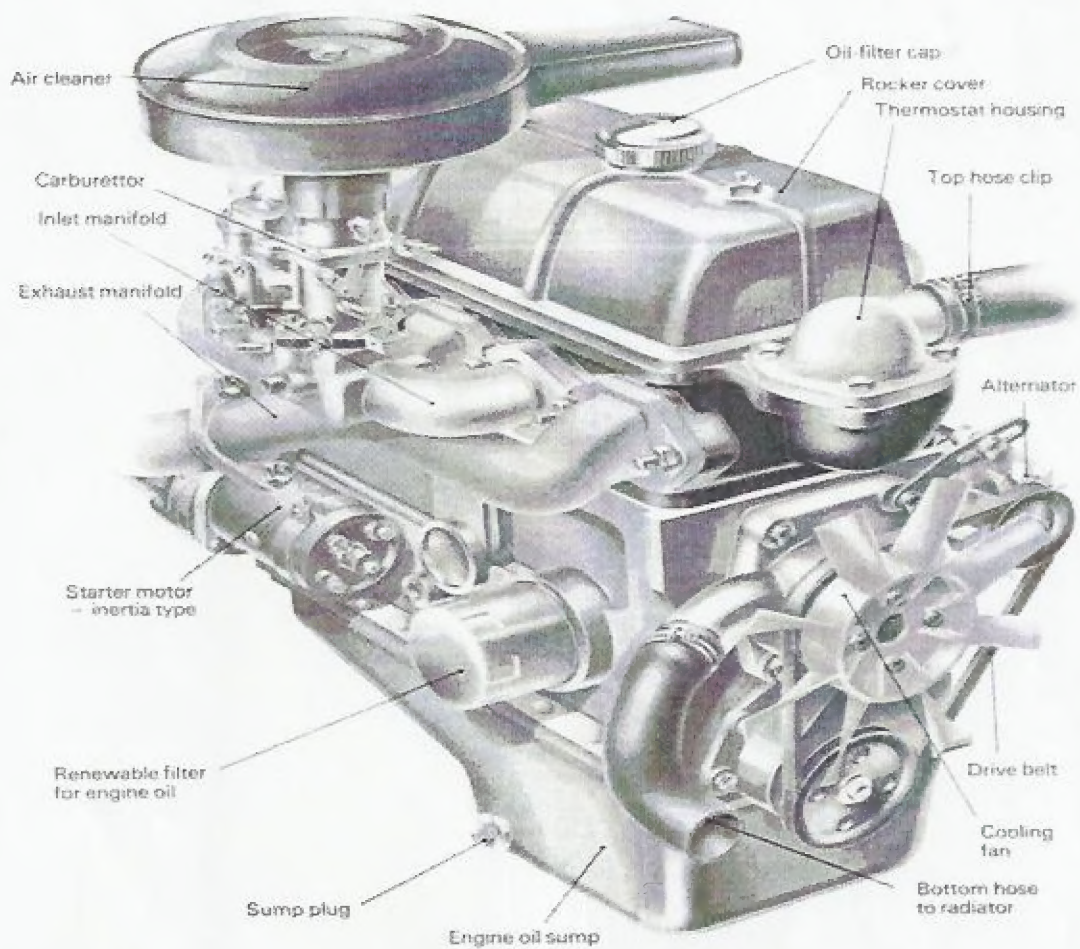
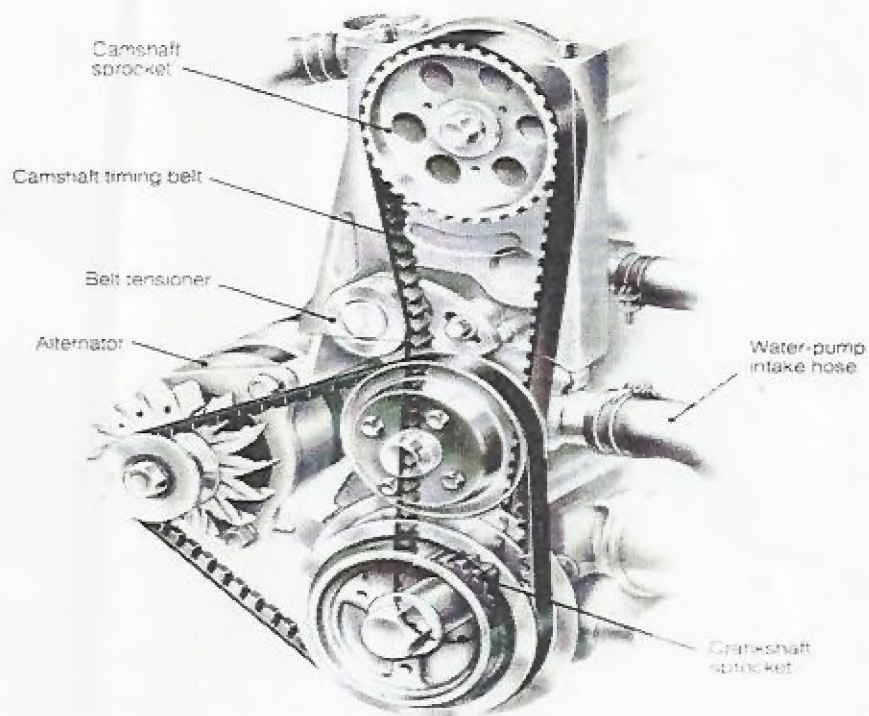


صورة توضح مكونات السيارة

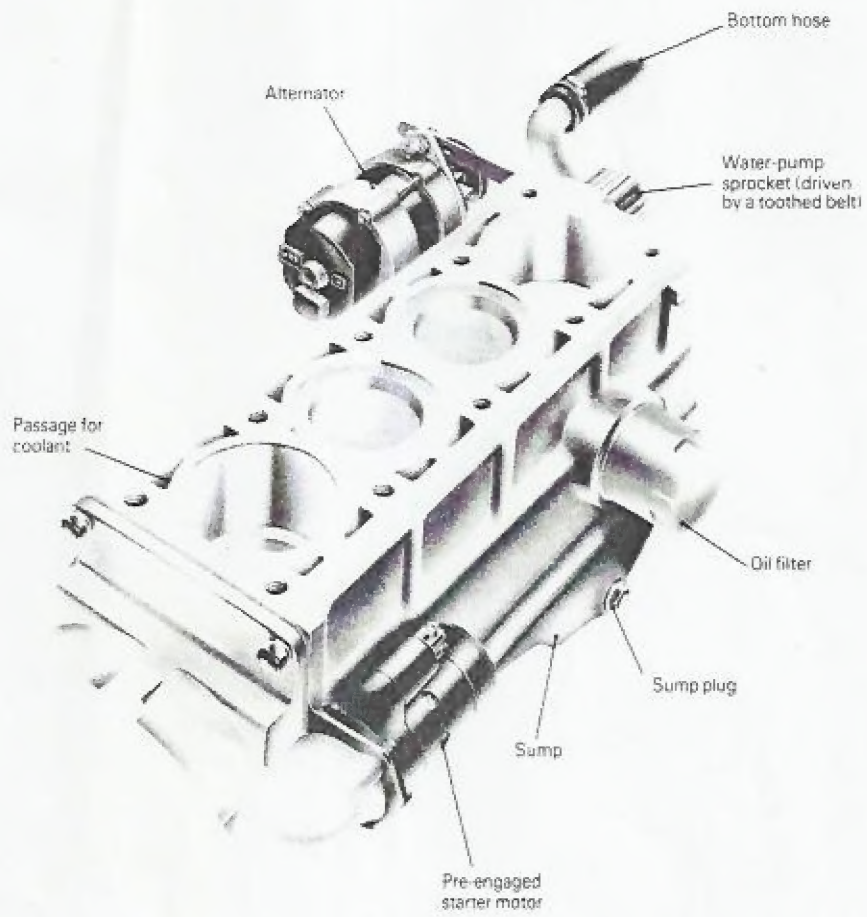


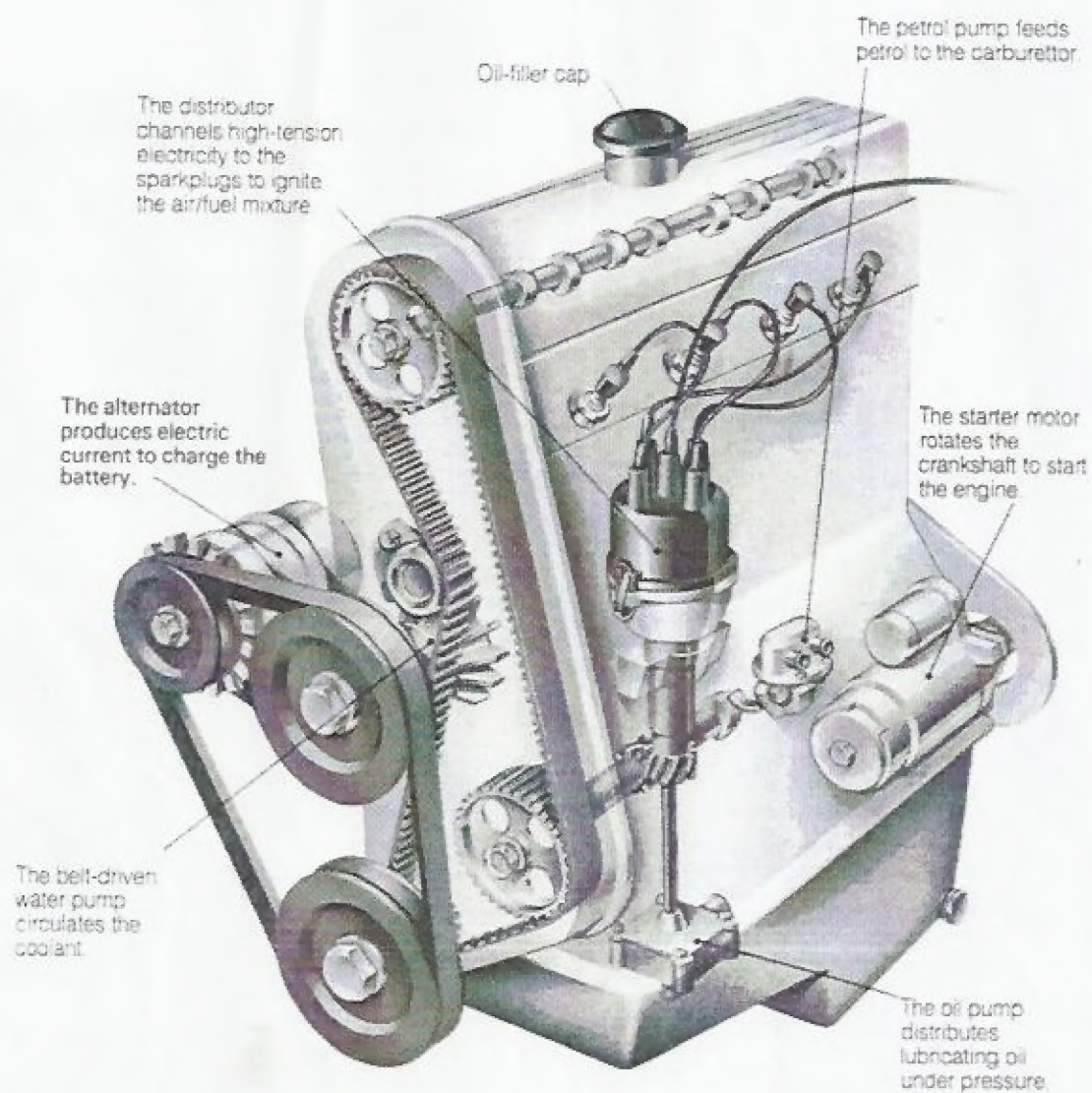




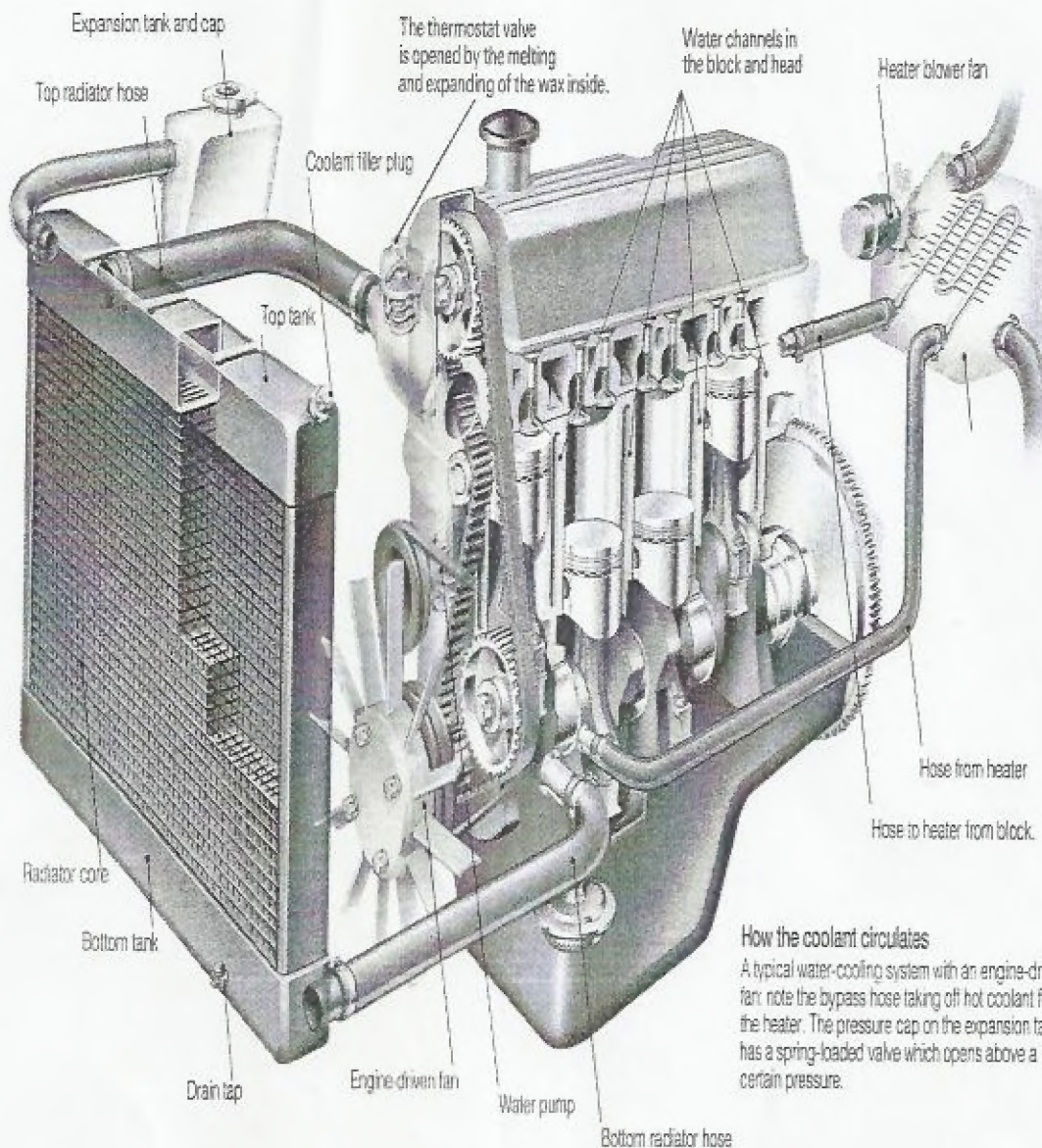














## تبريد محركاته الاحتراق الداخلي

$$Q_{add} = W_{net} + \sum_1^8 \text{losses}$$

- 
- ① مفايد الحرارة النوعية المتغيره
  - ② مفايد التفككه
  - ③ مفايد توقيت الشرر في البنزين أو توقيت الحقن في الديزل
  - ④ مفايد الاحتراق غير التام
  - ⑤ مفايد حراريه مباشره
  - ⑥ مفايد نفث غازات العادم
  - ⑦ مفايد المنفخ
  - ⑧ مفايد الاحتكاك

وهذه المفايد كلها تخرج في ثلاث صور كالاتي

- ① Cooling losses
- ② surrounding losses
- ③ exhaust losses

منه  
100 kW  
قدره 25  
70 تبريد  
يعتبرنا 5

\* ماذا يحدث لو كان نظام التبريد منخفض الجودة أي لا يستطيع طرد كل كمية الحرارة التي يجب طردها؟

ترتفع درجه حرارة المحرك عن الحد المسموح به

\* ماذا يحدث اذا ارتفعت درجه الحرارة عن الحد المسموح به؟

- ① ارتفاع الضغط ودرجه الحرارة للغازات المحترقة داخل الاسطوانه
- ② تقلص الخلوص بينه الاجزاء المتحركه
- ③ انخفاض لزوجه زيت التزييت
- ④ اختتامه كثافه الهواء الداخل للمحرك

وسندرس فيما يلي الاتمار المترتبة على العوامل ①، ②، ③، ④ كما يلي.



②

① ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة يؤديان إلى:

- ١- زيادة الاجهادية الحرارية والميكانيكية
- ٢- زيادة احتمال حدوث صفع وامشغال مبكر
- ٣- زيادة انبعاث نواتج الاحتراق الضارة في غازات العادم

② تقلص الخلوص يؤدي إلى:

- ١- زيادة معدل التآكل بين الأجزاء
- ٢- زيادة الفقد في الاحتكاك مما يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الميكانيكية

③ انخفاض اللزوجة يؤدي إلى:

- ١- (T تزيد فاللزوجة تقل)
- ٢- احتراق جزئي للهبة الزيتية وتكونه جسيمات كربونية تؤدي لانسداد مجاري زيت التزييت

زيادة (T) يزداد التقلص ويزداد نسبة (CO) الناتج من احتراق  $CO_2$  وكذلك يتكون مركبات ( $NO_x$ )

ماذا يحدث لو كان نظام التبريد اقوى من اللازم أي يطرد كمية حراره اكبر من التي يجب فردها؟

انخفاض درجة حرارة المحرك عن الحد المسموح به

ماذا يحدث لو الماكينة بها ترموستات (Thermostat) مشغول؟

(ملاحظة)

كل ما مضى الخلية

يزداد عدد دورات

مشغل اشغال

① تكاثف بخار الماء الموجود في غازات العادم

② انخفاض الطاقة الحرارية المتاحة للتحويل إلى شغل

③ خفض سرعة جبهة اللهب

④ زيادة لزوجة زيت التزييت ⑤ زيادة عدد دوراته فشل الاشتعال.

وسندرس هذه العناصر بالتفصيل كالاتي:

① تكاثف بخار الماء يؤدي إلى تكونه حامض الكبريتيك المخفف وبالتالي

زيادة تآكل جدران الاسطوانة وسرعة تلف صمامات العادم وقوابدها

② يؤدي إلى خفض القدرة والكفاءة الحرارية وزيادة استهلاك الوقود

③ خفض سرعة جبهة اللهب تؤدي إلى زيادة زمن الاحتراق وبالتالي

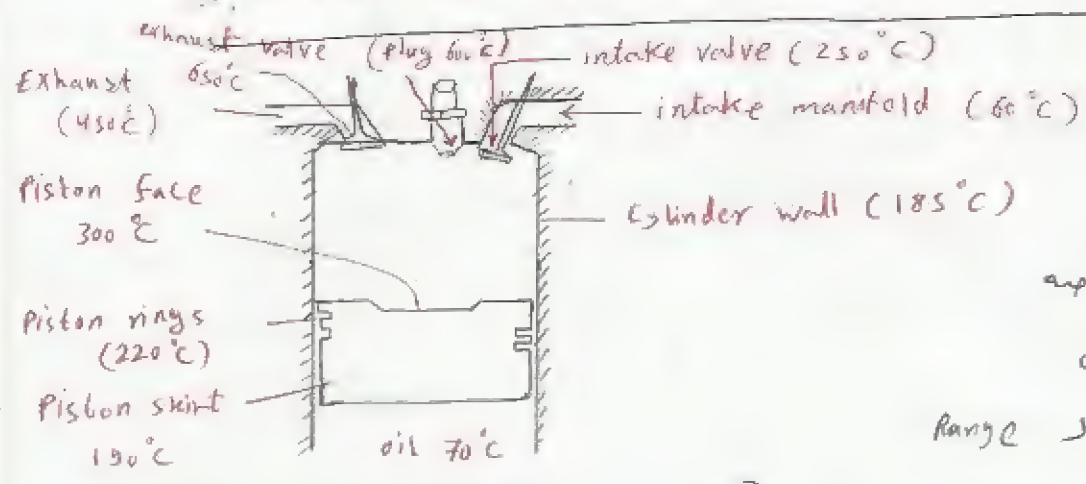
انخفاض شغل الدور

④  $\gamma$  تقل تنزداد لزومية الزيت مما يؤدي الى زيادة القدره المطلوبه لمصنعة الزيت وانخفاضه الكفاءة الميكانيكية وزيادة القدره في الاحتكاك وزيادة التلوث

⑤ زيادة عدد دورات فتل الاشتعال (علل) لماذا

بسبب انخفاض درجه الحراره مما يعيق انخفاض كمية الوقود المتبخرة وبالتالي زيادة نسبة الهواء للوقود لانه نسبة مفره من الترسب تبغرت واصلت.

درجه حرارة اجزاء محركه ما في وجود اجزاء التبريد



لا فظ درجات الحراره هذه خاصه بهذه الماكنة فقط وطرفه تشغيله ولكن هذا هو ال Range تبعها فقط يجب مقله.

[درجات حرارة اجزاء محركه احتراقه داخل]

(أكثر من هذه المخرجه - خونه ولماذا؟)

① صامم العادم حوالي 650° لانه يديهيأ فهو ملاصقه للغازات العادم الباقه

② شحمة الاحتراق حوالي 600° لانه من الصعوبه تبريدها ينسما باقى

الاجزاء يت تبريدها

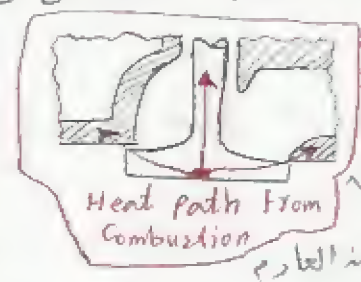
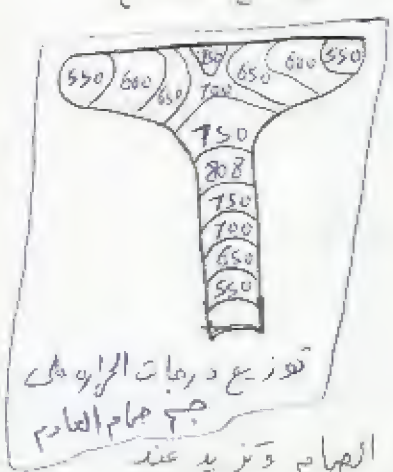
③ صامم العادم حوالي 450° لانه ملاصقه للغازات



تبريد حمام العادم

# تبريد حمام العادم

من الكتاب شكل على المين يوضح ال heat flow بشكل على اليسار يوضح توزيع

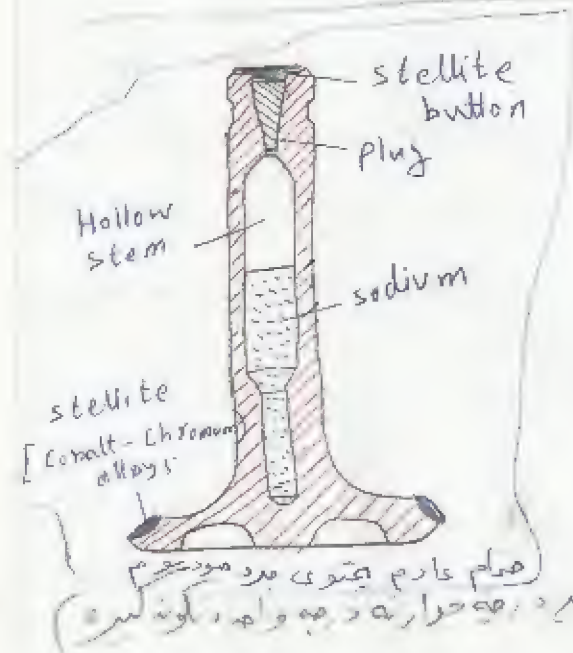


درجته حرارة حمام العادم

ونلاحظ انه اسخنه جزء يكون عند العنقه و المنطقه التي اسفل درجته حرارتها اقل لانه العادم يدخل عند فتح الحمام فيلغ حولها و فوقه العنقه اقل لتعرضه للهواء

بالتالي لانها في الحمام لماذا تقل درجته حرارة الحمام باصبع حواف تاج الحمام ويزيد عند العنقه ثم تنخفضه كلما توشها لانها من خلال ساقه الحمام ؟

لأن الحواف ملاصقة للرأس الاسطوانه والتي هي معرضه لمنع تبريد بالتالي تؤدي لتبريد هذه النقطه



شكل (3-1) عبارة عن حمام عادم يحتوي

على تبريد بالصوديوم حيث ان تبريد حمام العادم نزل داخله تجويف في الشكل ونضع داخله صوديوم حيث ان الصوديوم يتميز بـ  
melting point (درجته ذوبان) 98°C  
Boiling point 883°C

وتميز بأنه له سعه حراريه كبيره (كمية الحرارة اللازمه لرفع درجته حراريه واحد كجمه) حيث الصوديوم يسخن ولكنه معدنه الحمام يبرد

## تبريد المكبس

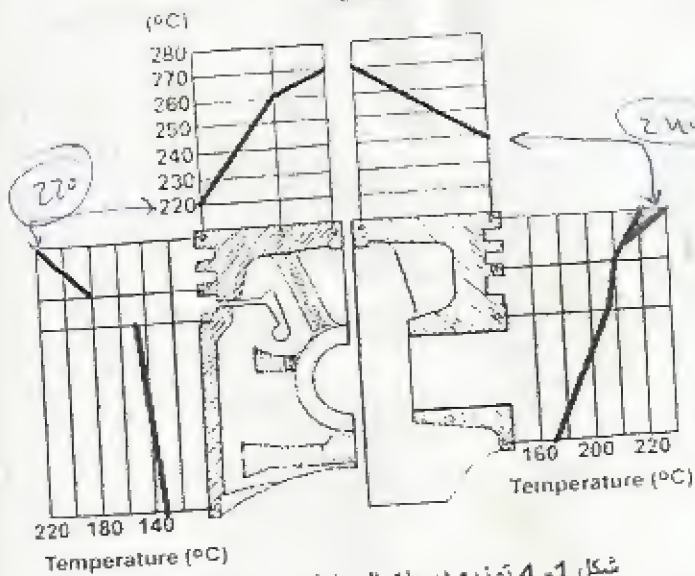
سواء كان المحركه تبريد ماء او هواء فإنه لا يمكنه لحام التبريد انه يكون في كلا من مباشر مع المكبس لذلك يتم تبريد المكبس بشكل غير مباشر كالتالي

① انتقال الحرارة من المكبس عبر التناثر الى جدرانه الاسطوانه ثم الى مانع التبريد

② رشه زيت التزييت على السطح السفلي للمكبس

③ غمر النمايه بالكرب لدراغ التوصيل في الزيت الداخل لعمود الكرنك أثناء دورانه المحركه

شكل (4-1) يوضح توزيع درجات الحرارة على وجه المكبس



شكل 1-4 توزيع درجات الحرارة على سطح المكبس  
(لاحظ أن الجزء الأيمن من المكبس في الرسم هو مقطع جانبي للجزء الأيسر منه)

يتضح أنه أعلى درجة حرارة للمكبس تكون في منتصف السطح العلوي المواجه لغازاته العادم وتقل كلما اتجهنا ناحية الحواف وتقل أيضاً كلما اتجهنا لأسفل المكبس

لماذا تكون درجة حرارة المكبس (سواء من اتجاه القطر أو المحور) في اتجاه محور بنز التشعب أعلى منه شيئاً في اتجاه قطر البنز ؟

لأن الزيت الذي نرشه منه تحت يكون في السطح و هو له في الجانب الأيسر من الرش بينما يصب و هو له كما في الجانب الأيمن

الاضواء موازية المحور بالتالي يمكن رشه الزيت عليها يساراً يميناً فلا تفسد في الاتجاه العكسي على المحور

المهم تعرف الأسباب

من جهة أخرى من الحافة

لذا التصق أعلى من الحافة في اتجاه الطول البنز مقطعه مستطيل أعلى من من مقطعه دائره

من بعض الحالات لا تكون أعلى درجة حرارة في منتصف المكبس (بين هذه الحالات) ؟

1- حالة محركه تبريد هواء لا يكون التبريد منتظم على سطح الاسطوانة بالتالي

ينتقل موضع أعلى درجة حرارة ناحية الجانب الأيسر للأسطوانة

2- حالة محركه الاشغال بالشرر تبريد مياه ينتقل الموضع الى ناحية الشفة

من حالة ما اذا كانت الشفة مرحلة ناحية احد الاجناب

3- تبعاً لموضع الشفة وظالما استلهمنا على الشفة لا لازم يكونه محركه بنزين

صوره توضح السبب ①



المنطقة الخلفية في بنزين أو ديزل

ليس لها تبريد جيد بالتالي تنتقل الى سطحه ①

في المكبس بالقرع مما لا يترحل من المركز



# شكل (5-1) محرك

الدائرة الصغيرة تمثل حمام العادم  
لأننا لما نخرج العادم تكون  
أحمته منخفضة والسحب  
هو الكبير وأيضاً لأنه

المنطقة الساخنة في المكان معرضة لحدوث

فإن نقطة اقتراب وواحدة تبعد فتباعد منه مسار الجبهة لذا نهفرده  
على أد ما نقدر حتى نقتل مسار جبهة اللهب

ولكي نحصل على أعلى كفاءة جميعه لابد تكبر حمام السحب

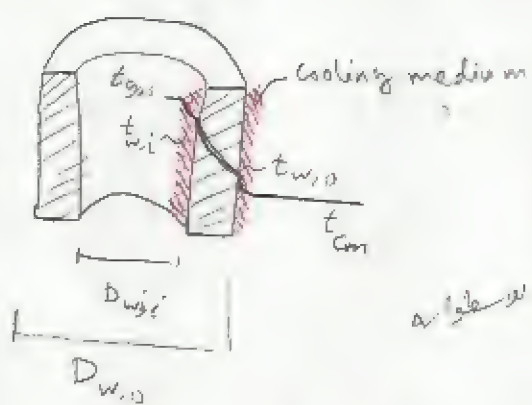
\* المنطقة بين حمامي العادم والسحب لنفس الاسطوانة هي أكثر المناطق سخونة  
في رأس الاسطوانة بسبب اختلاف جودة عملية التبريد في هذه المنطقة



هنا ليس أعلى T لأنه يوجد بعد بين العادم كما يوجد تبريد  
هنا أعلى T  
موجود بين حمام  
الاسطوانة الواحدة

لذلك كلما زاد حجم غرفة الاحتراق كلما كانت المنطقة

# حساب كمية الحرارة المزالة بالتبريد



$$Q = h A \Delta T$$

كمية الحرارة المزالة  
معامل انتقال الحرارة  
بالمحل على السطح الداخلي للأسطوانة

فرقة درجة الحرارة  
حيث معامل فرقة الجهد في الكهرباء

بمسا كية الحرارة المنقولة **ثانيته** ثانياً تيار على التوالي

هناك جداء **ثانيته** هواء على اوا شفاء أو توصيل

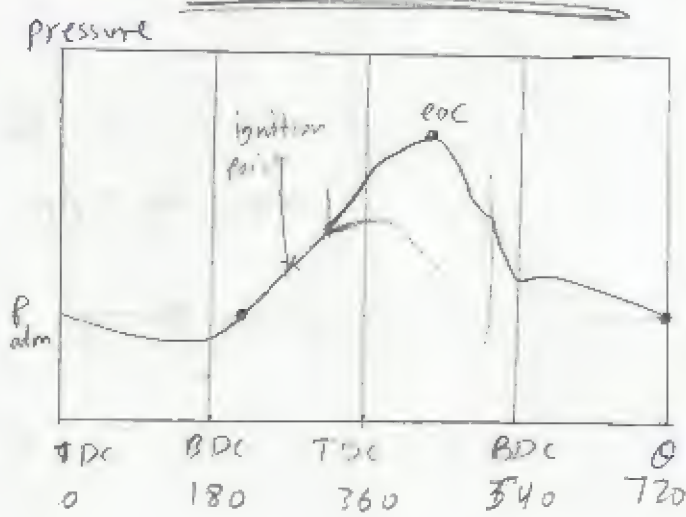
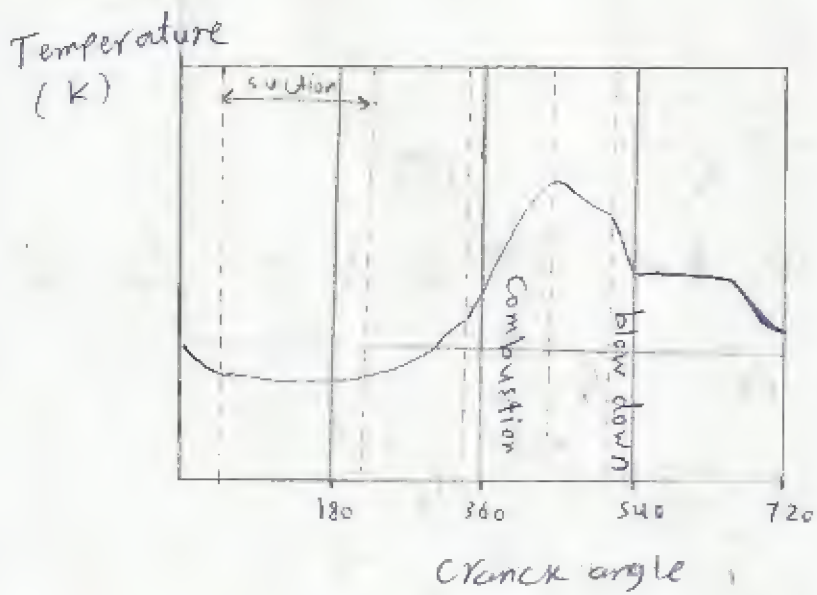
$\Delta T$  متغيره تبعاً لتغير درجة الحرارة داخل الاسطوانة لأنه ال 720 في المحرك  
الرابعي يكون في كل اجراء سحب و ضغط و دقة و كبح وهكذا  
 $\Delta T$  متغيره  $Q$  ليست ثابته مع الزمن

السبب الثاني لعدم ثبوت ال  $Q$  هو ان ال Area متغيرة مع حركة المكبس  
السبب الثالث لتغير  $Q$  هو ان  $h$  تتغير مع  $T$  و  $P$

شكل (1-6) يوضح تغير درجة الحرارة أثناء الدورة الحرارية

هناك جداء للاعتناء

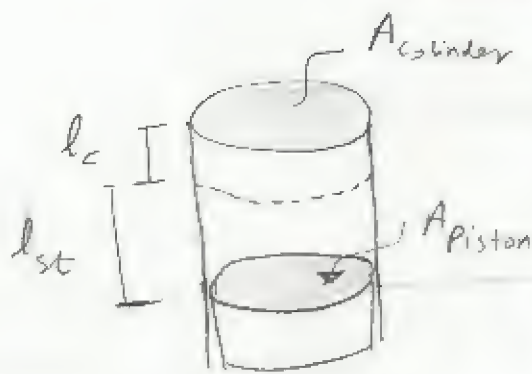
فرقة بينه وبين فرق الضغط



(متغيره تغير درجة الحرارة أثناء الدورة الحرارية)



حساب مساحة انتقال الحرارة



$$A = \pi D l$$

$$A_{CIS} = \pi D [S(\theta) + l_{clearance}]$$

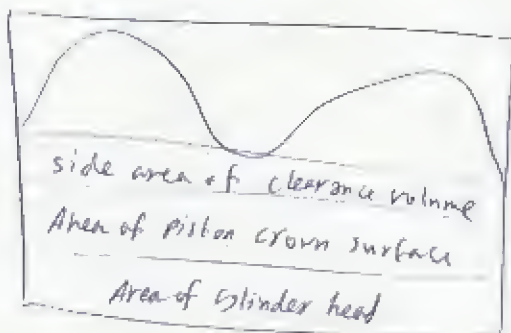
$$A_{CIS} = \pi D \left[ L_1 + (L_{Cn} + R) - R \cos \theta + \sqrt{L_{Cn}^2 - (R \sin \theta)^2} \right]$$

$$\therefore A_{CIS} = \pi D \left[ L_1 + (L_{Cn} + R) - R \cos \theta + \sqrt{L_{Cn}^2 - (R \sin \theta)^2} \right]$$

$$\therefore A_{HS} = A_{cyl.h} + A_{piston} + A_{CIS}$$

HS: Heating surface

A



(7-1) من كتاب

تغير المساحة الكلية لانتقال الحرارة

حساب معدل انتقال الحرارة بالحمل

$$Nu = C Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (1)$$

$$Nu = h_0 D / k \quad (2) \quad \& \quad Re = \frac{\rho u D}{\mu} \quad (3) \quad \& \quad Pr = \frac{\mu}{k} \quad (4)$$

$$\therefore \frac{h D}{k} = C Re^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$= C \left( \frac{\rho u D}{\mu} \right)^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$= C \left( \frac{\rho}{RT} \right) \left( \frac{D u}{\mu} \right)^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$h = c \left( \frac{Du}{\mu} \right)^{0.8} \left( \frac{P}{RT} \right)^{0.8} K D^{-1} P_r^{0.4}$$

$$h = c D^{-0.2} U^{0.8} P^{0.8} \frac{K}{(\mu RT)^{0.8}} P_r^{0.4}$$

سرعة الغازات (في العام الماضي كانت تساوي السرعة الخطية للمكبس (2.954))  
 نقطة لخط للغازات  
 نقطة عند الزاوية التي نبحث عنها

بما أن  $k$  و  $\mu$  غير معروفين لذا حلهم كالاتي

بما حال تغير رقم برانتل وفرضه قيمه متوسطه له (0.74) ووضع قيم  $\mu$  و  $k$  بدلالة قيمتهما عند الظروف الجوية

$$\frac{k}{k_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^x \quad \text{و} \quad \frac{\mu}{\mu_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^y$$

$$\therefore k = k_0 \left( \frac{T}{T_0} \right)^x \longrightarrow ①$$

$$\mu = \mu_0 \left( \frac{T}{T_0} \right)^y \longrightarrow ②$$

الاشياء المطلوب  
 في الافتراض  
 والكثير

$x < y$  محال

منه ① و ② عوضه في المعادله الرئيسيه

بقي حاب  $x < y$

معدل في  $x$  و

$$C^* = c \frac{P_r^{0.4} K_0}{(\mu_0 R)^{0.8}} \quad \text{بمعرفه}$$

$$h = C^* \times \bar{D}^{0.2} \times U^{0.8} \times P^{0.8} \times T^{-0.55}$$

بما اننا نبحث ال Imprical formula التي نستخدمها بالتالي من اجل

حسب ال  $u$  ومن خلال معرفه  $T_{wall, i}$  و  $T_{wall, o}$  وكذلك معرفه  $T_{w, i}$  و  $T_{w, o}$  و  $T_{w, water}$   
 $\therefore Q = \dot{V} \quad \therefore h = \dot{V}$



$C^* = 6r$  بجاء

نفرضه  $\gamma$  بقيه ونحسب  $C^*$

Say  $\gamma = 0.55 \therefore C^* = 3.26$

$U$  حساب

$U = C_1 \times \text{piston}$  سرعة الغازات تات من تات من سرعة المكينة

ولكنه في شوط الحرقه يظهر أثر الضغط

$$U = C_1 \times A_{piston} + C_2 \frac{V_d T_r}{P_r V_r} (P - P_m)$$

Combustion Term

صيت بيا وى منفرد لو ما فيه حرقه

$S_{pi} = \frac{\text{السرعة المتوسطة}}{\text{للحبة}} = L_{st} N / 60$

$V_d : \text{حجم الازاحه} = V_{st} = \frac{\pi}{4} D^2 L_{st}$

$P$  الضغط اللول داخل الاسطوانه

$P_m$  الضغط اللول في حالة عدم حدوث حرقه

راجع ص 12 و 13 في الكتاب

$C_1 < C_2$  بجاء ونحسبهم من التجارب [معرفة Range من الجداول]

راجع غزف الحقنة المبناثر والفرما ثرمو للطاقه الماخض

في الامتثانه يعطى  $C_1, C_2$   
في الامتثانه اودبال اختار  
الصحيح منهم

راجع ص 13 هم عدد

جاءر ما سه سرعة الدوامات

الباب الأول: توريد المحركات

محركات احتراق داخلي (2)

الحجم ( $m^3$ ) والضغط (kPa) ودرجة الحرارة ( $R$ ) في بداية إجراء الانضغاط

قيم  $C_1, C_2$  في حالة إهمال الدوامات لغرف حقن مباشر لدمج أو غير مباشر

	$C_1 (-)$	$C_2 (m/sK)$
أثناء إجراء الشحن وإجراء طرد غازات العادم	6.18	0
أثناء إجراء الانضغاط		0
أثناء إجراء التمدد وإجراء الاحتراق	2.28	$3.24 \times 10^{-3}$

أما في حالة أخذ الدوامات داخل اسطوانة المحرك في الاعتبار يتطلب ذلك قياس الدوامات داخل اسطوانة المحرك ويتم ذلك عن طريق استخدام الجهاز شكل (1-8) ومن قياس سرعة دوران الطارة (Paddle Wheel) يقطرها يمكن استنتاج معامل تصحيح للثابت  $C_1$ .

قيم  $C_1, C_2$  في حالة عدم إهمال الدوامات لغرف حقن مباشر لها نفس

الاجراء	$C_1$
أثناء إجراء الشحن وإجراء طرد غازات العادم	$6.18 + v_s / S_{pis}$
لباقى إجراءات الدورة	$2.28 + v_s / S_{pis}$

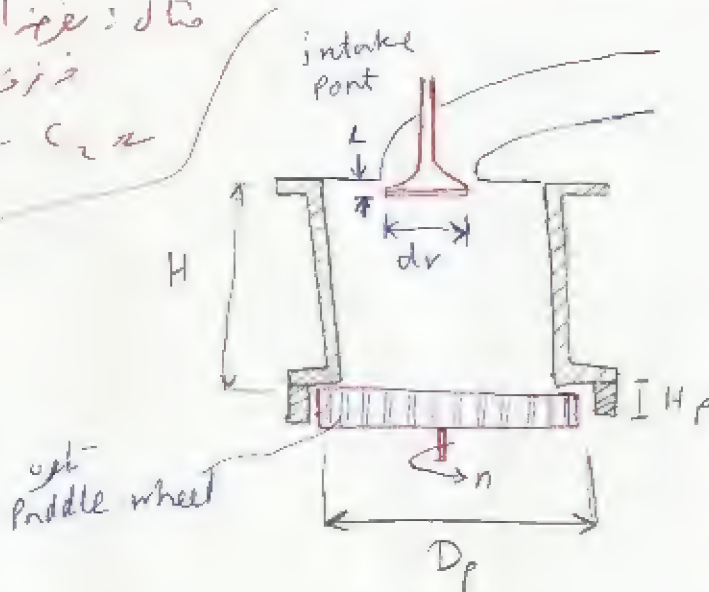
حيث  $v_s$  السرعة الخطية للطارة

$$v_s = \frac{D}{2} \omega_{paddle} = \frac{D}{2} \times 2\pi n_{paddle} = \pi D n_{paddle}$$

(لغرف الحقن المبدئية Prechamber تتغير فقط قيم  $C_2$  إلى  $6.22 \times 10^{-3} m/s K$ ).

هذه الجداول تحتفظ ولا تنسى كتابتها الفهم من الامتحان

مثال: بغرض إهمال الدوامات  
في غرف حقن مباشر  
نحتاج  $C_1$  و  $C_2$



جهاز قياس شدة الدوامات  
Vane-type swirl meter test set-up

لكن تقيس سرعة الدوامات حيث أننا نقيس سرعة الدوران  
و نقيس سرعة الدوران كما بالشكل حيث

$$v_s = \pi D_p n_{paddle}$$

$$v_s = \pi D_p n_{paddle}$$

$$S_{pis} = ? \text{ لـ } n$$



## نظم تبريد المحرك

## Engine cooling system.

نتطرق في هذه المحاضرة الى النقاط التالي

\* الاسلوبين المستخدميين في التبريد بصفة عامة

\* نظام تبريد محرك السيارة

\* تبريد المحركات الثانيه الصغير في المعامل

\* تبريد محركات ثابته باستخدام برج التبريد

\* نظام تبريد المحركات البحرية

\* أنظمة التبريد بالقوة

و تفصيل هذه النقاط كما يلي

تنقسم طرق تبريد محرك الاحتراق الداخلي الى اسلوبين رئيسيين

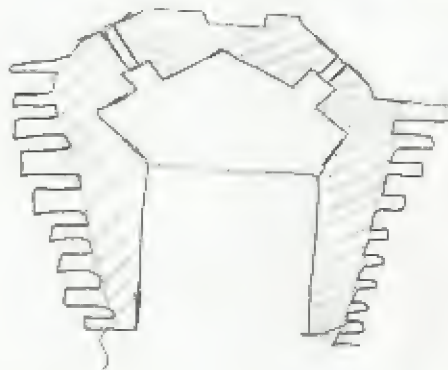
محرك تبريد مياه

حيث كثافة المياه اعلى من كثافة الهواء

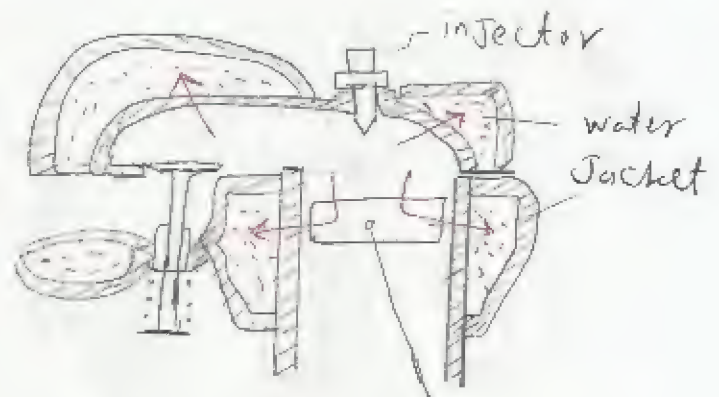
محرك تبريد هواء

\* لابل يوج على Fins

قل Processor الكمبيوتر



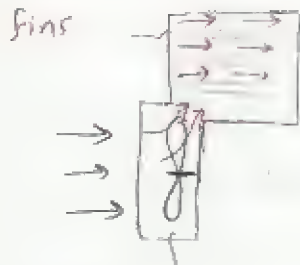
زمانق مقطوعها  
يقل كل ما نزلنا لا سفل  
لانه درجة حرارة المحرك  
تقل كل ما نزلنا لا سفل



مسار المياه خلال قديمه التبريد في المحرك

[الاسم تشير الى انتقال الحرارة من  
المحرك لمياه التبريد]

قد يكون تبريد الهواء naturally كما يحدث في حالة الموتوسيكل حيث انه سير  
والهواء يدخل للزمانق تلقائياً بينما قد يكون من الصعب دخول الهواء  
للمحرك فيتم ادخاله جبراً بواسطة مروحة (forced cooling)



مروحة لسحب الهواء وادخاله جبراً

x اي محرك يمكنه تبريد مياه او هواء والا فملا

مراماة ذلك في التصميم

x عيادات الماء كوسيلة تبريد

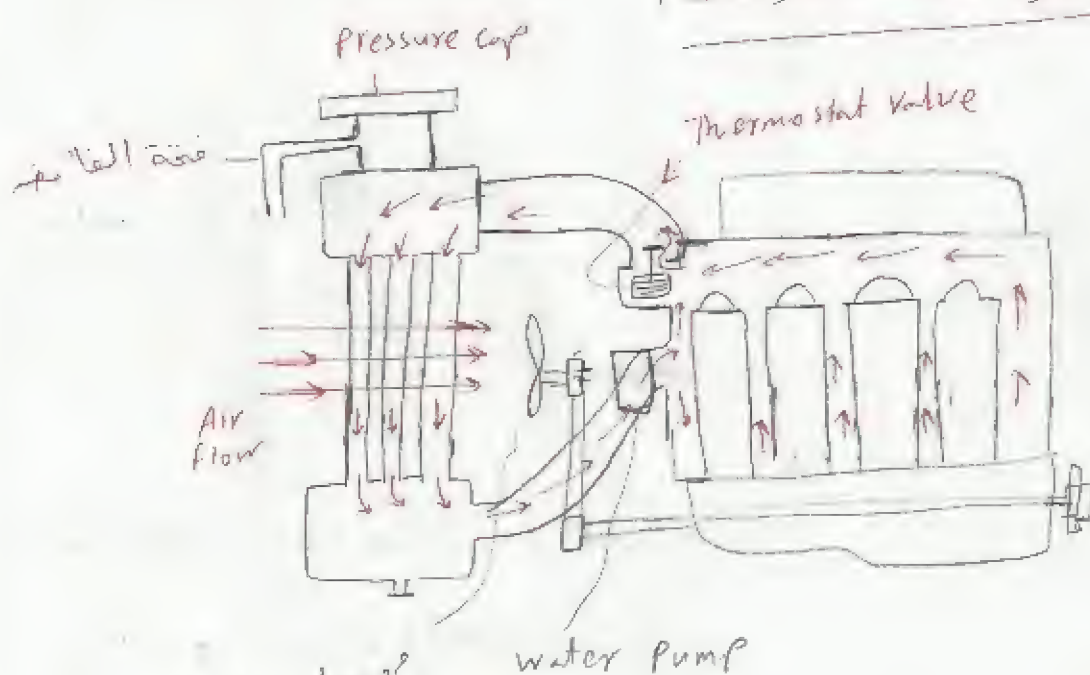
x ارتفاع قيمة حرارته النوعية

x تاسية كيميائياً ومتبادل

x متوافر ورخيص الثمن

الانظمة المختلفة للتبريد بالمياه  
← أولاً: نظام تبريد محرك السيارة  
← ثانياً: المحركات الثابتة  
← ثالثاً: المحركات البحرية

أولاً: نظام تبريد محرك السيارة:



مروحة لسحب الهواء

دورة التبريد بالماء لمحركات السيارات



تبريد محركات السيارة كما يظهر في الرسم السابق:

حيث يتم تبريد محرك السيارة بالماء وعندما يسخن الماء يتم تبريده في مبادل حراري (مشع) (رادياتور) حيث يمر الماء داخل أنابيب عليها زعانف بواسطة الهواء الجوى وتستخدم مروحة توضع خلف الرادياتور لسحب الهواء الجوى المطلوب.

تدار المروحة بواسطة سيرياً مع حركته من عمود الكرنك وبالنسبة كل ما زاد من سرعة المحرك يزيد سرعة الترمبة فتزداد فعالية التبريد.

بينما في محرك في الجير الأمامي ما يتفحص عمل المروحة على نفس ال shaft

لذا نضطر الى إدارتها بالتوربينات حيث نستخدم sensor هو الذى يعطى إشارة للتوربينات لكي يعمل أو لا.

مكونات منظومة التبريد في محرك السيارة:-

ترموستات - Sensor - electrical motor - فتحة الفائض over flow hose

Radiator cap  
(Pressure cap) غطاء الرادياتور - خزانة الفائض (الإربة)

## 1- المنظم الحرارى { ترموستات }

وظيفته / تنظيم درجة حرارة المياه في دورة التبريد حيث يبقى مغلقاً في بداية

دورانه المحرك طالما انه درجة حرارة الماء { تتعدى حد معين بينما يسمح

للمياه بالذهاب للمضخة مما حثه عما يسمح لها بالوصول بسهولة أسرع للمحرك

و الوصول لدرجة حرارة التشغيل بسرعة (المحرك يسخن بسرعة)

وعند ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد لحد معين يفتح الترموستات

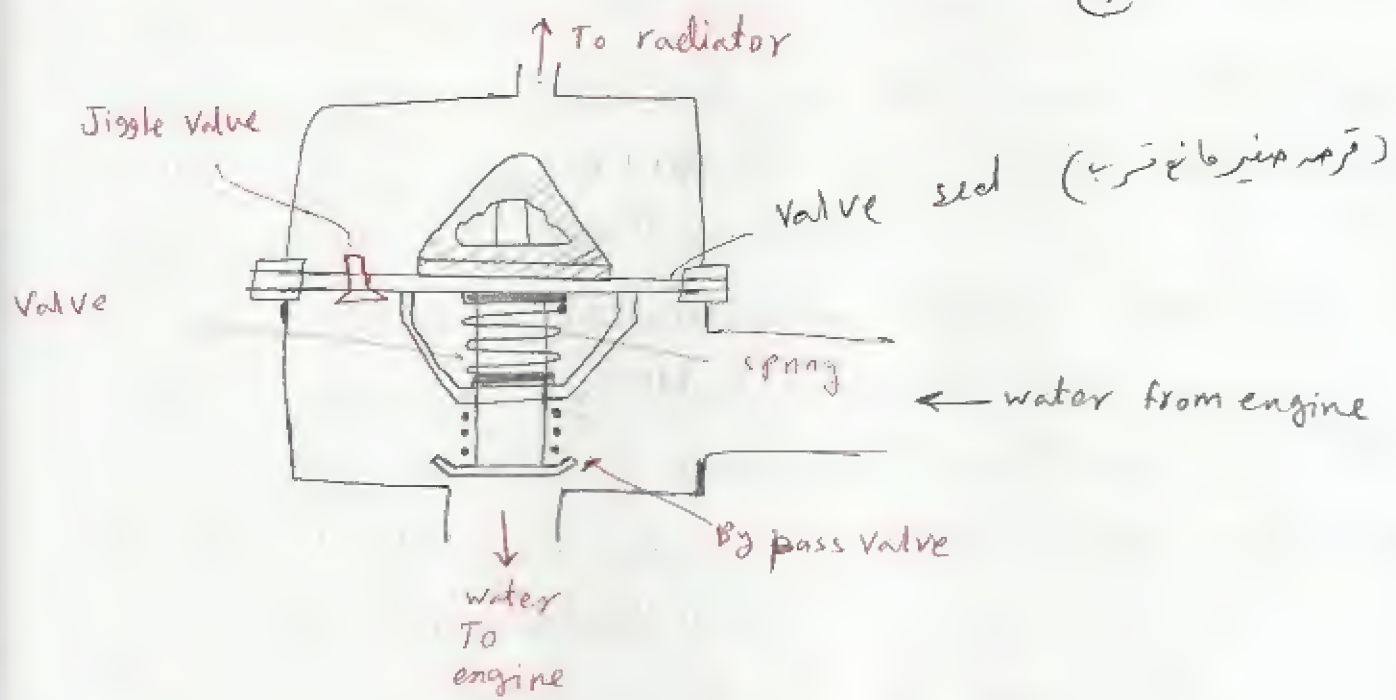
الفتحة المتودية للمبادل الحرارى فتتدفق المياه الساخنة الخارجة من المحرك

للتبريد.

من الترموستات الحديثة يمكن عمل خلط بين الماء الساخن والمياه الباردة

حتى يجعل المحرك يعمل عند حدود معينة لدرجات الحرارة في التشغيل المستمر.

(٩)



[المنظم الحراري المستخدم في تنظيم درجة حرارة مياه التبريد]

وفيلفته/ يقفل ويقتح ممر المياه المتصل بالرادياتير ويتجهل ويقتح ممر المياه  
الراجع لـ engine مرة ثانية دون المرور على الرادياتير لو المحركه بارد.

سؤال ٥٤) من الاحتمالات التي اتخذها المصمم للرموستات لضمان استمرار دورة

تبريد المحركه في حاله تلفه ؟ [لو الصمام علقه وهو قافل فبانه ٣ هتزيد  
لـ ما المحركه ينهار فلكيف نتجنب ذلك]

يتم عمل عدة فتحاته وعليها شمع أحمر درجة انصهاره  $120^\circ$  بالتالي لو

الرموستات علقه على وضع الخلقه فبانه درجة حرارة مياه التبريد تصل لـ  $120^\circ$  ويصهر  
الشمع فيدخل هواء يفتح الرموستات ويبقى مفتوحاً

ونعرف انه الرموستات حدث به تلف عند اداره المحركه صباحاً من على البارد  
صبي سبأ قد فتره كى يسخن صبي انه الرموستات مفتوح والمحركه بارد فالمياه  
البارده تمر على الرادياتير فيسخن المحركه ببطء.

سؤال ٥٥) بيت فائدة الصمام الفزاز Jiggle pin وأين يوجد ؟

Jiggle pin هو صمام هزاز ويكون في صمام المنظم (Valve seal) حيث انه الصمام



الفزاز يكونه مفتوح أثناء عدم دوران المحركه

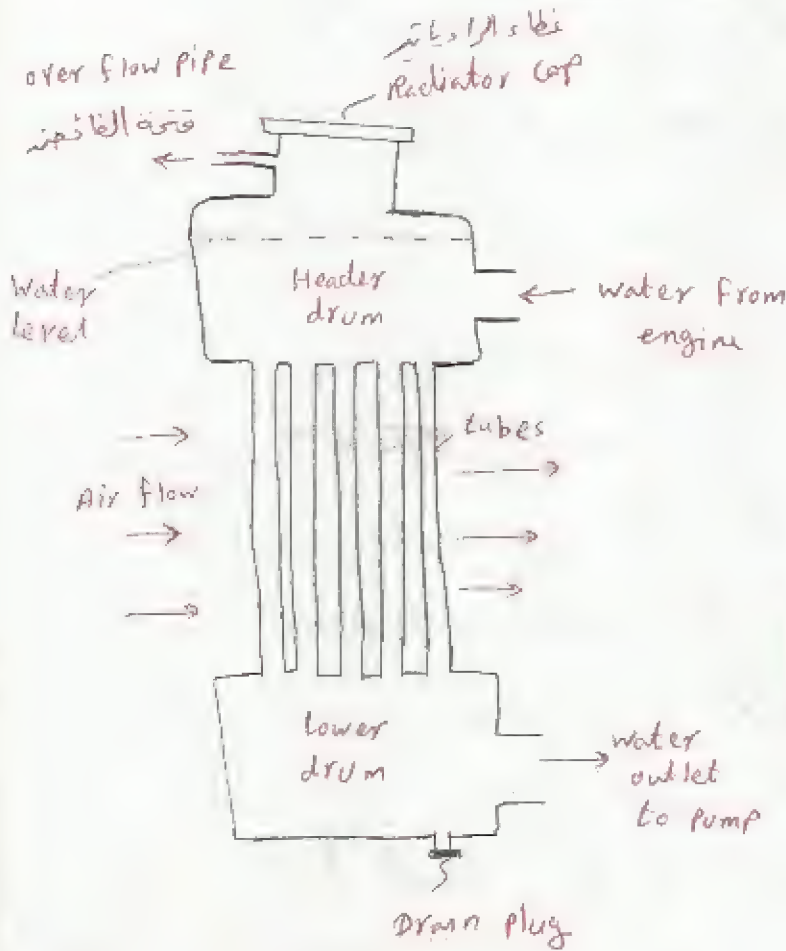
ويغلقه تدريجياً عند بداية تشغيله بسبب التدرج في

ارتفاع الضغط [يعمل على طرد أى كمية هواء تكونه قد تسربت

المياه في قعره التبريد] حيث انه مصدر هواء في مسار  
مانع بيل Cavitation (أي) يتم التبريد



## 2- المبادل الحراري (الرادياتير) (المشع الحراري)



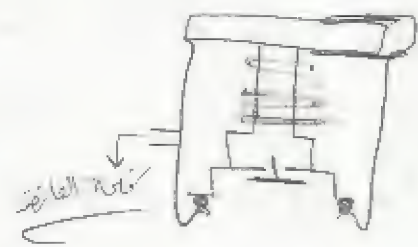
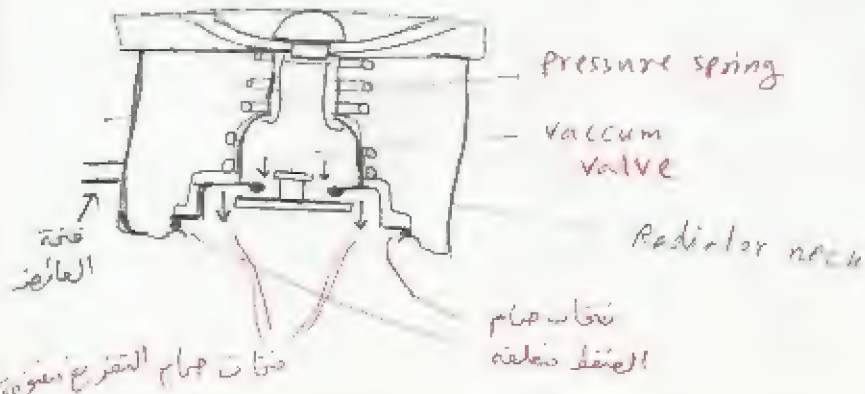
(وضع شغل الزعانف)  
التي على الأسبيل

{ المبادل الحراري لمحرك سيارة يبرد مياه }

وتلخيصه تبريد المياه الخارجة من المحرك لإعادة استخدامها مرة أخرى

\* غطاء الرادياتير (Radiator cap) وتلخيصه الغطاء يمنع تبخر المياه. (ماذا يحدث لو استعملنا المشع بدون غطاء؟)

- ① لو الغطاء مفتوح سيحدث تبخر سريع لكمية المياه
- ② (درجة غليان الماء عند الضغط الجوي) يعمل على رفع الضغط داخل دورة التبريد بالتالي رفع درجة غليان الماء بالتالي زيادة كمية الحرارة المزالة من المحرك لنفس معدل تدفق المياه
- ③ إزالة تفريغ الضغط داخل المنظومة بعد انقيا المحرك حيث يبرد المحرك  $\downarrow P \downarrow T$
- ④ تكون من Vacuum valve + Pressure valve



⑥

نلاحظ كل ما ① تزيد يزداد ② لانه التناقص مفعول بواسطه نظام الرادياتير  
 بعض الحجم تاسيه وبالتالي ③ تزداد فينتكثف الماء وحتى لايزيد الضغط  
 بمؤثره كبيره نقوم بعمل صمام الضغط حيث عند ما يصل الضغط الحد  
 معينه يسمح لجزء من الماء بالممرور عبر فتحة الفائضه .

[ المفروضه لا غلا خزانه الفائضه كاملاً ]  
 [ يسمح لجزء من الماء بالممرور وانبار يتكثف في  
 تانكه الفائضه ]

ما سببه وظيفه صمام الضغط ؟ (دالة صممه)

ما وظيفه الـ Vacuum Valve ؟

بعد ايقاف المحركه يبرد الماء داخل الرادياتير  $T \downarrow$  وبالتالي يقل الضغط  
 حتى الوصول الى حد التفريغ فيكونه الضغط فوقه الصمام ضغط جوي واسفل  
 صمام التفريغ (ضغط تفريغ) فينجذب صمام التفريغ لأسفل مما يسمح  
 بعودة جزء من المياه المطروده الى علبة الفائضه .  
 ويصل الضغط داخل الرادياتير ضغط جوي مره ثانيه .

باختصار وظيفه صمام التفريغ

يحا قظ على الضغط داخل المشع عند الضغط الجوي بعد ما يبرد المحركه

وظيفه غطاء الرادياتير

Vacuum valve

يحا قظ على الضغط داخل المشع  
 عند الضغط الجوي بعد ما يبرد المحركه .

pressure valve

لا يزيد الضغط عن حد معين فإذ كان جزء من الماء  
 الماء يتكثف في خزانه الفائضه

وظيفه صمام الضغط ← يعمل على رفع الضغط داخل الرادياتير الى

قليلاً من الضغط الجوي لكي يرفع درجه غليانه

الماء بحيث يسمح ببقاء الماء في حاله سائله دائماً .



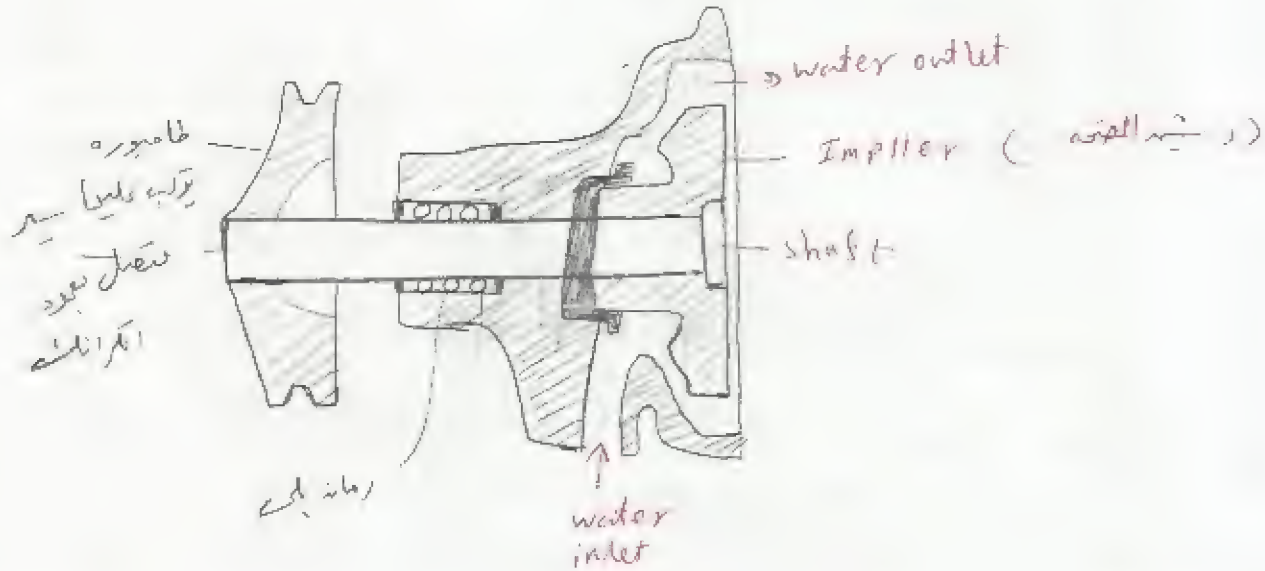
(7)

Water pump

مضخة المياه

(Centrifugal pump مضخة طاردة مركزية)

هي المسؤولة عن استمرار دورة المياه وتزداد سرعتها كلما زادت سرعة المحرك  
لأنها تأخذ حركتها من عمود الماكينة بواسطة سير متركة على طامبوره كما بالشكل التالي



$$HP \propto N^3 \text{ and } m_{\text{water}} \propto N^3 \text{ but } \frac{N_p}{N_E} = R$$

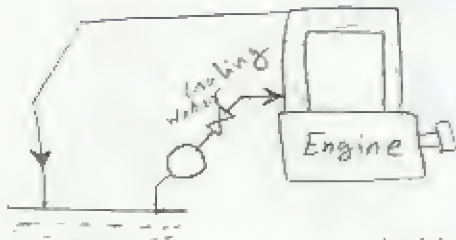
$$\therefore m_{\text{water}} \propto R^3 N_E^3 \propto R^3 HP$$

← راجع الكتاب لمراجعة هذا الاتبات.

نظم تبريد المحركات المائية / للمحركات ذات القدرات الصغيرة مثل القمح في العمل. باستخدام مضخة مياه

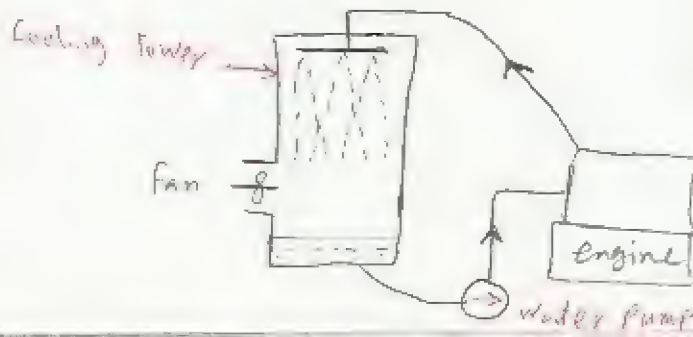
تقسم هذه الطريقة إلى نوعين كالتالي

١- دورة التبريد المفتوحة للمحركات المائية ذات القدرات الصغيرة



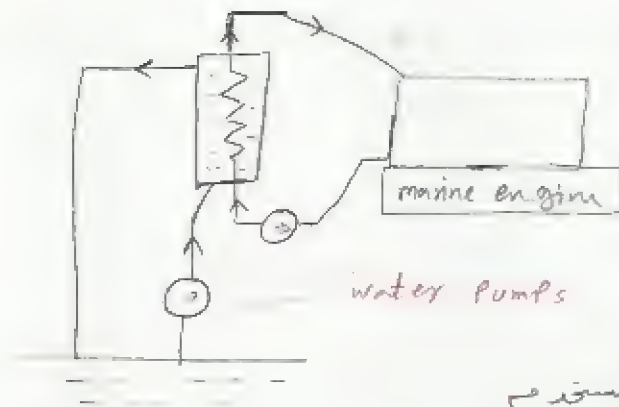
\* يتم سحب مياه من استمرار من مصدر مياه مثل صنوبر مياه  
ومصرف المياه الساخنة إلى مصرف المياه وهكذا لا يحتاج  
لمبادل حراري ولكنه يستخدم حمام يوصى للعلم في التبريد.

٢- المحرك بسعة بطء عند بدء الإدارة ② تتعرض أسطوانات المحرك لاحتكاك حراري عالٍ نظراً لفارق الحرارة بين المظهر والمخفي (يعمل المحرك في حرارة التشغيل بطيء)  
ب- باستخدام برج التبريد



\* تستخدم هذه الطريقة في تبريد المحركات المائية ذات القدرات العالية  
\* يتم ضخ المياه الخارجة من المحرك الساخنة إلى برج التبريد حيث  
يتم تبريدها وتحويلها لدفع خيوط الماء في الهواء بارد من أسفل  
لأنه يعمل على سرعة تبريد هذه القطرات لتتكثف  
وتتجمع في خزان البرج ثم يعاد دخولها للماكينة مرة أخرى وهكذا.

## نظام تبريد المحركات البحرية [دورة تبريد مغلقة]



ملاحظة

لا تخط المياه الحارة من التي داخل الدورة

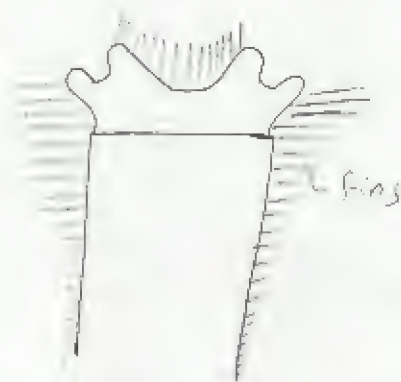
والتي تمر للمحرك بينما المياه المالحة تستخدم

لتبريد المياه الحارة ولا تدخل للمحرك أبداً (م) أثناء

ننتحكم في معدل التبريد من خلال كمية المياه المالحة المستخدمة في تبريد المياه الحارة.

عند بدء الحركة توقف ضخ المياه المالحة حتى يبرد المحرك بسرعة إلى درجة حرارة التشغيل المطلوبة ثم نبدأ تشغيلها بالمعدل المطلوب.

## نظام التبريد بالهواء



أو ال fin بين العناصر صمما لتبريد

أو ال fin صمما لتقليل ما احتجنا فيه BDC

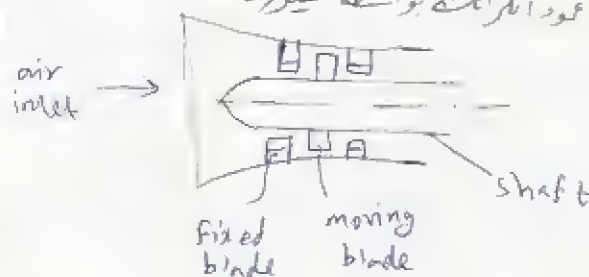
لأن T نقل في هذا الاتجاه

وانتقال الحرارة في تبريد الهواء يكون حمل طبيعي

أو حمل جبري حيث نستخدم fan كما في

نستدرك كما في نموذج التبريد بواسطة سيور.

(المحرك في البرودة بالهواء)



$$Power = \frac{\dot{V}_a \Delta T}{\eta}$$

الكفاءة

مروحة دفع الهواء في محرك تبريد الهواء (حمل جبري) (Forced)

أو كبر



اذكر مميزات وعيوب التبريد باستخدام الهواء ؟

### أولاً المميزات

- ١- بساطة في تصميمه وقلة أجزائه الميكانيكية حيث انه عبارة عن fins فقط
- ٢- سهولة بدء الادارة
- ٣- عدم وجود ومعدات هيدروليكية ينتج عنها تسرب لسائل التبريد
- ٤- ارتفاع الكفاءة الحرارية للمحرك نظراً لانخفاضه الفائق في التبريد مقارنة بمبردات مبردات
- ٥- صيغته في تبريد المياه  $Q_{cooling}$  تكون كبيرة وبالتالي ذلك على الطاقة المحولة الى شغل
- ٥- تكلفة انتاج المحرك اقل منه نظيره المبرد بالمياه حيث تصنع الاسطوانة برعاً تقياً في خط انتاج متفصل سواء كانت المحرك ٢ أو ٤ أو ٦ اسطوانة التي ينشأ من الماء مثل جروف في امكنه الاسطوانة بالتالي لمرحلة ٤ اسطوانة لا يمكن عمله ٥ اسطوانة في دورة التبريد . لذلك chemise كله كتلة واحدة.
- عيوب نظام التبريد باستخدام الهواء /

- ١- يعتمد على درجة حرارة الهواء الخارجي { كفاءة المحرك في ألمانيا اقل منه مصر }
- ٢- ارتفاع صوت المحرك مقارنة بالمحرك المبرد مياه الذي يحيط بالاسطوان ويقل كفاً للصوت
- ٣- يحتاج الى زيوت كثرة خاصة تناسب ظروف التشغيل عند درجات حرارة أعلى من نظيرتها المبرد بالمياه كما يجب ان تكون الحرارة النوعية لهذه الزيوت مرتفعة نسبياً حتى تساعد على تبريد المحرك خاصة الاجزاء التي لا تبرد بالهواء .

تدريبات السؤال في الامتحان

اذكر مميزات وعيوب التبريد باستخدام المياه ؟

الاجابة عليه ما سبق .

لماذا تحتاج الزيت خاصة ؟  
لماذا المياه تكون مبردة نوعية رديئة ؟

مركبات تبريد الهواء لا تصلح لتبريد المحركات ذات الاقطار الكبيرة نظراً لعدم انتظام

درجة الحرارة حول مقطع الاسطوانة (X) لأنه شركة دو تييه

ينتج مركبات كبيرة تبريد هواء

من اجل وصول عمل المحرك

مقدار الحرارة المنقولة

$$C_2 = 6.22 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot \mu$$

الفرق في درجات الحرارة

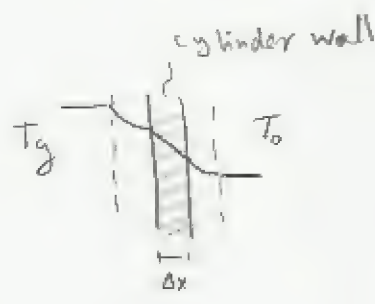
$$\partial r = \frac{\omega^2 r_{st}}{2} \left( \cos \theta + \frac{E (\cos \theta + \epsilon^2 \sin^2 \theta)}{(1 - (\epsilon \sin \theta)^2)^{3/2}} \right)$$

$$f = (P_{Ap} - m_p \frac{dV_p}{dt}) \left( \frac{\tan \phi}{1 - f \tan \phi} \right)$$

تحت اشراف / الأستاذ الدكتور / عوض رشاد صيام ..... sec / 1

اعداد / أحمد خالد محمد أبو السعود خضير

$$\frac{r_{st}}{p} = 1.3, \quad E = \frac{r}{r_{st}} = 0.25, \quad p = 3$$



1- لمحرك احتراق داخلي استنتج علاقة لحساب قيمة المعامل الكلي لانتقال الحرارة ؟

$$Nu = c Re^{0.8} Pr^4$$

$$Nu = h_g D / K \quad \& \quad Re = \rho u d / \mu \quad \& \quad p = p / RT$$

$$\text{Then} \quad h D / K = c Re^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$\frac{h D}{K} = c (\rho D U / \mu)^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$\frac{h D}{K} = C (p / RT) (D U / \mu)^{0.8} Pr^{0.4}$$

$$h = C D^{-0.2} U^{0.8} p^{0.8} \frac{K}{(\mu RT)^{0.8}} p^{0.4}$$

بما اننا نغير / مع برانتل وفرضه قيمه متوسطه له (0.74) ووضع قيم K بدلالة قيمتها عند الضغط الجوي

$$\frac{K}{K_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^x \quad \& \quad \frac{\mu}{\mu_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^y$$

$$h = 3.26 D^{-0.2} p^{0.8} T^{-0.55} U^{0.8}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{\Delta x}{K} + \frac{1}{h_o A_o}}$$

2- اشرح أهمية تبريد محركات الاحتراق الداخلي

تبريد المحركات تكون لثلاثي ارتفاع درجة حرارة المحرك والتي تؤدي الي :

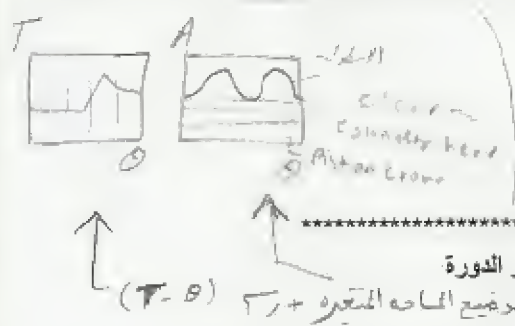
- 1- ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة للغازات داخل الاسطوانة
- 2- تقلص الخلوص بين الأجزاء المتحركة
- 3- انخفاض لزوجة زيت التزييت
- 4- انخفاض كثافة الهواء الداخل للمحرك

3- ناقش المشاكل الناجمة عن المبالغة في التبريد

- 1- انخفاض درجة حرارة المحرك عن الحد المسموح به
- 2- تكاثف بخار الماء الموجودة في غازات العادم حيث يؤدي الي تكون حامض الكبريتيك المخفف وبالتالي زيادة تآكل جدران الاسطوانة وسرعة تلف الصمامات وقواعدها
- 3- انخفاض الطاقة الحرارية المتاحة للتحويل الي شغل حيث تؤدي لخفض القدرة والكفاءة الحرارية
- 4- انخفاض سرعة جبهة اللهب

حيث تؤدي لزيادة زمن الحريق وبالتالي انخفاض شغل الدورة

5- زيادة لزوجة زيت التزييت وتؤدي الى زيادة القدرة اللازمة لحركة الزيت



4- ناقش الآثار المترتبة عن ارتفاع درجة حرارة المحرك عن الحد المسموح به

- 1- ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة للغازات داخل الاسطوانة
- 2- تقلص الخلوص بين الأجزاء المتحركة
- 3- انخفاض لزوجة زيت التزييت
- 4- انخفاض كثافة الهواء الداخل للمحرك

5- وضع لماذا لا تكون كمية الحرارة المنتقلة لمائع التبريد أثناء الدورة الحرارية ثابتة علي مدار الدورة

$$Q = h A \Delta T$$

حيث المساحة متغيرة أثناء الدورة الحرارية وكذلك فرق درجات الحرارة و كذلك h تتغير تبعاً لتغير الضغط ودرجة الحرارة

6- اثبت أن فترة محرك الاحتراق الداخلي تتناسب عكسياً مع درجة حرارة مجمع السحب

$$\text{Power} = P_b \times V_{st} \times Z \times \frac{N}{i}$$

$$\therefore \text{Power} \propto P_b$$

$$P_b = \frac{W_D}{V_{st}} = \frac{\dot{m}_f \times LHV \times Z_{th}}{V_{st}} \quad \therefore P_b \propto \dot{m}_f \quad \therefore \dot{m}_f = \frac{\dot{m}_a}{A/f}$$

$$\dot{m}_f \propto \dot{m}_a$$

$$\dot{m}_a = P V_{st} Z \frac{N}{i}$$

$$\therefore \dot{m}_a \propto P$$

$$P \propto T_i \quad \therefore \text{Power} \propto T_i$$



7- حدد مع ذكر السبب المناطق الأكثر سخونة في محرك إشعال بالتشتر

1- صمام العادم لأنه يديهيا ملاصق لغازات العادم

2- شمعة الاحتراق لأنه من الصعوبة تبريده

3- مجمع العادم لأنه يلامس غازات العادم بعد مرورها علي صمام العادم

\*\*\*\*\*

8- حدد مع ذكر السبب أعلى مناطق صمام العادم درجة حرارة

أسخن منطقة تكون عند العنق لأن عند فتح صمام العادم تحيط غازات العادم بعنق الصمام فتعمل علي رفع درجة حرارته

\*\*\*\*\*

9- لماذا حواف صمام العادم ذات درجة حرارة منخفضة نسبيا بالنسبة لبقية أجزاء الصمام ؟

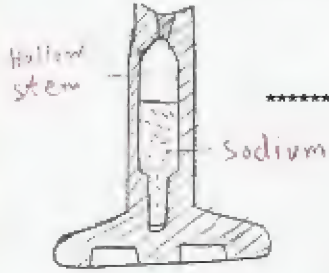
لأن الحواف ملاصقة لرأس الاسطوانة والتي هي المعرضة لموانع التبريد ~~التي هي~~ فتؤدي لتبريد هذه النقطة

\*\*\*\*\*

10- اشرح كيف ولماذا يستخدم معدن الصوديوم في تحسين كفاءة تبريد صمام العادم ؟

الكيفية تتضح من الرسم المقابل

لماذا هذا لأن الصوديوم يتميز بأن سعته الحرارية كبيرة



صمام عادم يستخدم الصوديوم على شكل سائل

\*\*\*\*\*

11- وضح كيف يتم تبريد مكبس المحرك

سواء كان المحرك تبريد ماء أو هواء فإنه لا يمكن لموانع التبريد أن يكون في تلامس مباشر مع المكبس لذلك يتم تبريد المكبس بشكل غير مباشر كالتالي

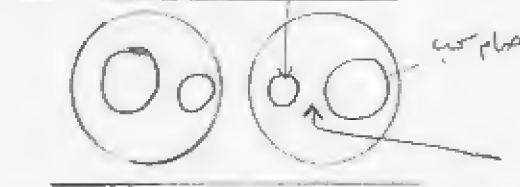
1- انتقال الحرارة من المكبس عبر الشناير إلي جدران الاسطوانة من و إلي موانع التبريد

2- رش زيت التزييت علي السطح السفلي للمكبس

3- ~~تبريد~~ النهاية الكبري لتفراغ التوصيل في الزيت الداخل لعمود الكرانك أثناء دوران المحرك

\*\*\*\*\*

12- بين مع الرسم أكثر مناطق رأس اسطوانة المحرك حرارة

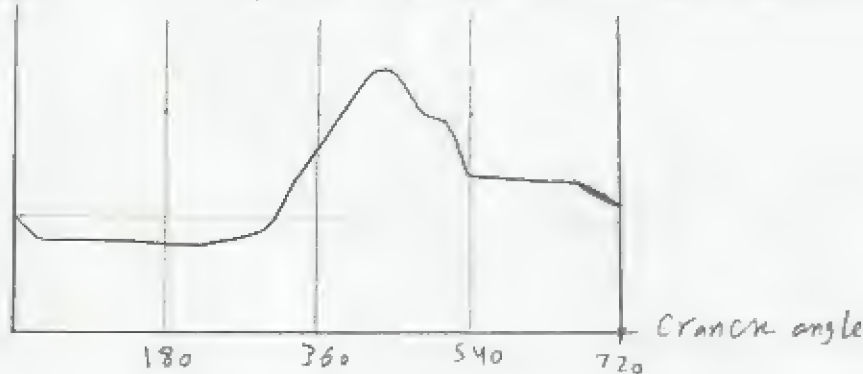


صمام عادم أعلى درجة حرارة بسبب معرته تبريد هذه المنطقة

\*\*\*\*\*

Temperature

13- وضح مع الرسم كيف تتغير درجة الحرارة أثناء الدورة الحرارية لمحرك احتراق داخلي



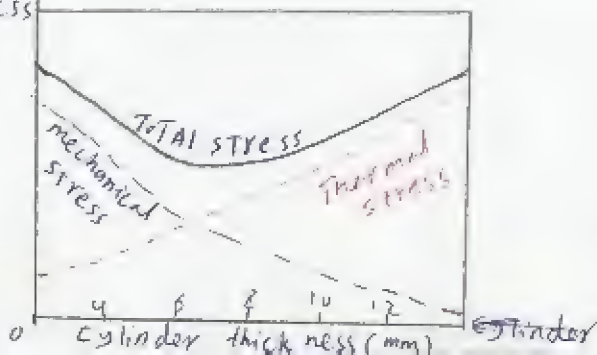
Tensile stress

14- بين مع الرسم كيف تختار سمك جدار اسطوانة محرك احتراق داخلي

مع اختيار سمك الجدار بحيث يحقق

أقل محمله للجهدات الحرارية

والحفاظ عليه كما يتضح بالرسم.



15- لماذا يعتبر الماء مانع تشغيل مثالي لتبريد المحركات ؟

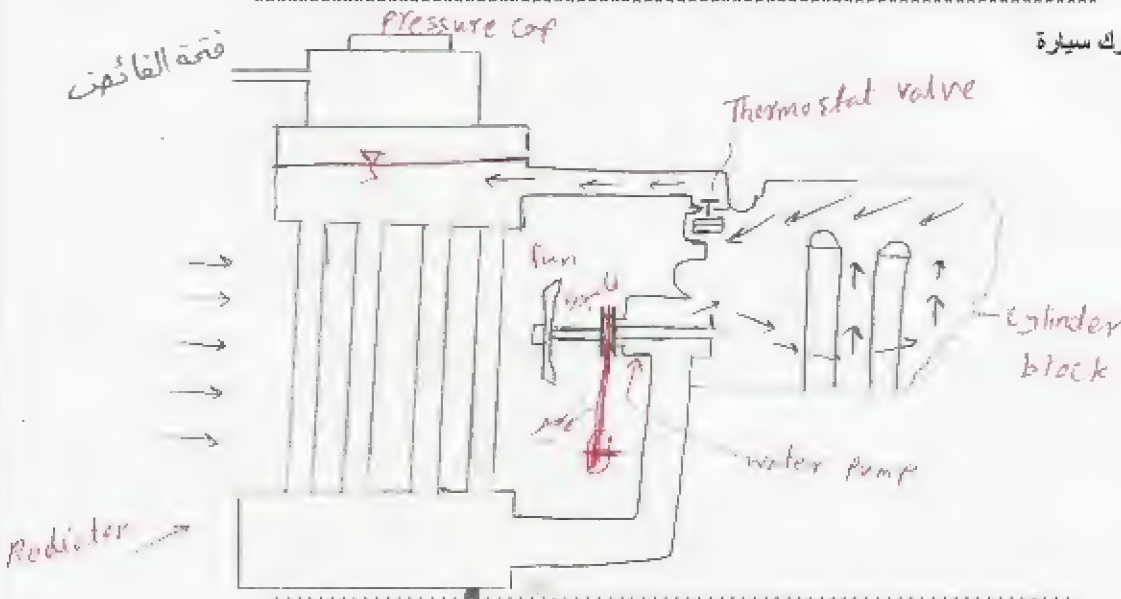
- 1- ارتفاع قيمة حرارته النوعية
- 2- ثابت كيميائيا و متعادل
- 3- متوافر ورخيص الثمن

16- قارن بين استخدام الهواء والماء في تبريد محركات الاحتراق الداخلي

محركات تبريد مياه	محركات تبريد هواء
يوجد أجزاء ميكانيكية كثيرة	بساطة في التصميم حيث تحتاج إلى زعانف فقط
صعوبة بدء الإدارة	سهولة بدء الإدارة
انخفاض الكفاءة الحرارية	ارتفاع الكفاءة الحرارية
يوجد وصلات هيدروليكية وقد يحدث تسريب	عدم وجود وصلات هيدروليكية
أقل ضوضائية	ضوضاء عالية

لا بد من كتابة الأسباب لكل عنصر في هذا الجدول حتى تصبح الإجابة كاملة.

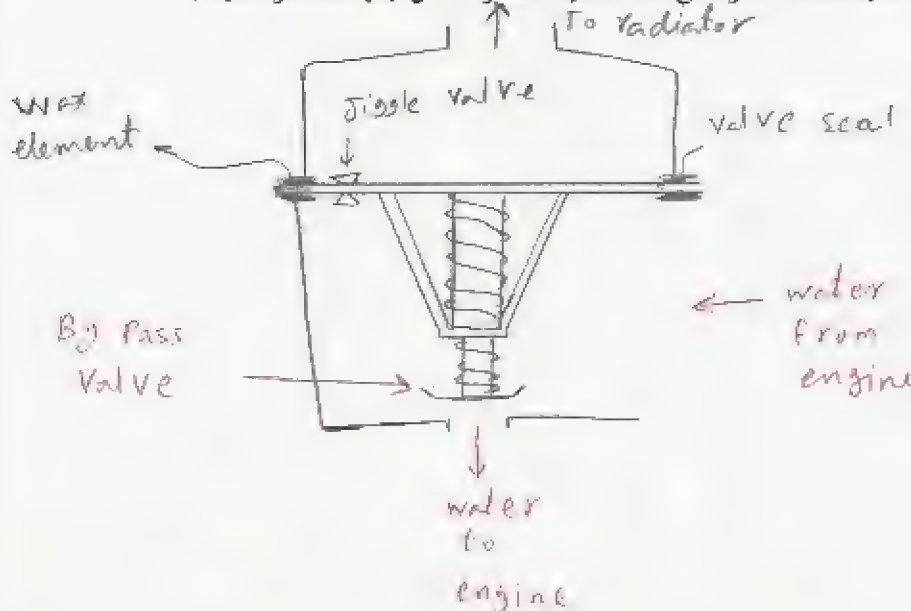
17- ارسم نظام تبريد مياه لمحرك سيارة



18- ارسم منظم درجة حرارة ماء تبريد المحرك ثم اشرح نظرية العمل

نظرية العمل : ينظم درجة حرارة المياه في دورة التبريد فعند بدء دوران المحرك يغلق المنظم فتحة انسياب المياه إلى المبادل الحراري بالتالي تتدفق كمية المياه إلى المضخة مباشرة بدون إجراء أي تبريد لها حتى تساعد في سرعة تسخين المحرك إلى درجة حرارة التشغيل المطلوبة بينما عندما ترتفع درجة حرارة مياه التبريد إلى حد معين يسمح المنظم لتبريد المياه عبر الرادياتير. كذلك يتحكم المنظم الحراري في درجة حرارة المياه الداخلة للمحرك في حالة التشغيل المستقر لضمان ثباتها عند حدود معينة.

الرسم كما بالشكل





19- بين عدم إمكانية توقف تدفق الماء في دورة تبريد محرك سيارة نتيجة تلف منظم الحرارة

لأن المنظم يكون محجز بعدة فتحات في قرص مانع تسرب صمام المنظم و تكون هذه الفتحات مسدودة بواسطة مواد ذات درجة انصهار منخفضة مثل نوع معين من الشمع درجة انصهاره 120 درجة بالتالي في حالة عطل الترموستات ترتفع درجة حرارة المحرك إلى 120 درجة وينصهر هذا الشمع فيفتح الترموستات تحت تأثير الضغط الجوي ويبقى الماء المتدفق للرادياتر مفتوحاً باستمرار .

20- بين رياضياً كيف يتم تثبيت درجة حرارة مياه التبريد بواسطة منظم الحرارة

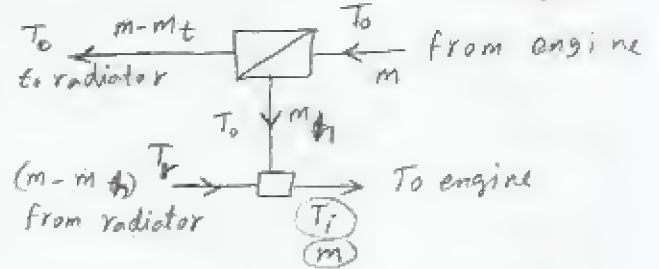
عند طرح الماء الساخن الداخل للرادياتر مع الماء البارد

$$m c_p T_i = m_h c_p T_o + (m - m_h) c_p T_r$$

في حالة ثبات  $c_p$

$$T_i = \left(\frac{m_h}{m}\right) T_o + \left(1 - \frac{m_h}{m}\right) T_r$$

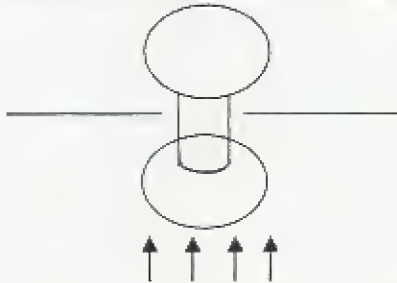
في حالة غلق النظام (غلق الممر المؤدى للرادياتر)  
 $\therefore T_i = T_o$  #



$h$ : hot  
 $r$ : return

21- مع شرح نظرية العمل بين أهمية الصمام الهزاز jiggle valve ؟

هو صمام هزاز ويكون مفتوح أثناء عدم دوران المحرك ويغلق تدريجياً عند بداية تشغيل المحرك بسبب التدرج في ارتفاع الضغط حيث يعمل على طرد أي كمية هواء تكون قد تسربت للمياه في قميص التبريد .



22- اشرح الهدف من صمام الضغط و صمام التفريغ في غطاء المبادل الحراري لدورة تبريد المحرك

صمام الضغط / يسمح لجزء من البخار بالعبور إلى خزان الفائض عند زيادة الضغط لحد معين  
 صمام التفريغ / يحافظ على الضغط داخل المشع عند الضغط الجوي بعد ما يبرد المحرك

23- اشرح لماذا يلزم إدارة المضخة الطاردة المركزية لمنظومة تبريد محرك الاحتراق الداخلي بواسطة وصلة مع عامود المرفق

لا بد من إدارة المضخة الطاردة المركزية لمنظومة بواسطة وصلة مع عامود المرفق بالتالي كل ما زادت سرعة دوران المحرك يزداد سرعة المضخة لتساعد على تسريع دورة التبريد بصورة ثلاث سخونة المحرك .

24- أثبت ان الماء في المنظومة لا يتفقد الحرارة لقطرات مياه برج التبريد تتناسب مع الجذر التكعيبي لعدد القطرات كما يتضح

$$m = \rho V n$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$m = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 n$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \frac{m}{\rho n \pi}}$$

$$A = 4 \pi R^2 n$$

$$\therefore A = 4 \pi \sqrt[3]{\frac{9}{16} \frac{m^2 n^3}{\rho^2 n^2 \pi^2}}$$

$$\therefore A = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \sqrt{n \times \text{const}}$$

droplets



one droplet

منه يفرغ منه يتغير نصف القطر

## الاحتكاك والتزييت Friction and Lubrication

يهتم هذا الباب بدراسة أسباب وجود الاحتكاك ومناطق حدوثه وكذا لشدته العوامل التي تؤثر عليه وطرقه قياسه معطياً مع دراسة نظريه مختصرة للثيية تعيين قيم هذا الاحتكاك للمناطق المختلفة من المحرك بالإضافة الى دراسة نظم التزييت المتبعة لمحرك الاحتراق الداخلي وأجزائها.

### أسباب وجود الاحتكاك :-

١- وجود سطح تماس مشترك بين الأجزاء المتحركة

٢- خشونة الأسطح

٣- وجود سرعة نسبية

٤- وجود قوى عمودية



(شكل ميكروسكوب للتنوعات  
بين الظاهر سياره والأرضية)  
(شكل يوضح أسباب حدوث الاحتكاك)

\* ملحوظة: يمكن تقليل الاحتكاك ولا يمكن منعه

\* المناطق المعرضة لحدوث احتكاك

\* مجموعة المكبس [ مكبس + ذراع توصيل + البنز + المتناثر مع الأسطوانة ]

\* مجموعة الأعدة الموجودة بالمحرك والوحدات الملحقة به والارامه لتشغيل

مثل عامود المرفقة وعمامود الكامات و اعمدة ادارة مضخة المياه ومضخة الزيت

والمولد الكهربى وبأدى في الحركة

\* تركيبة كل من صامات دقون الشحنة وخروج غازات العادم

\* كيف يتم تخفيض قيمة مفايد الاحتكاك ؟

١- يتم فصل الأسطح المتاسة عن بعضنا بواسطة دفع مائع له لزومه مناسبه

الى الخلو بين الأسطح المتحركة وله قدره ايضاً على الالتصاق بالأسطح

المعدنية مثل زيت التزييت

٢. يعمل الزيت كوساده لامتصاص القوى العمودية والإيجاد التداخل الناشئ عن وجود

التفاوتات الميكروسكوبية أو بمعنى آخر تحويل الاحتكاك بين الأسطح

المعدنية الى احتكاك بين لمهقات الزيتية



\* دورة الزيت تتكون من sump كارتير + مضخة + فلاتر + مضخة ترسيب + gallery مفعورة في جسم الاسطوانة

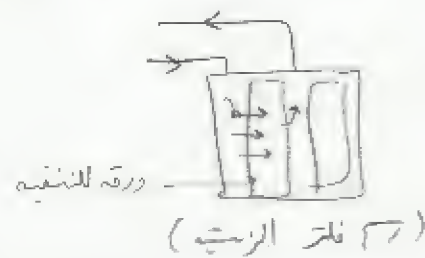
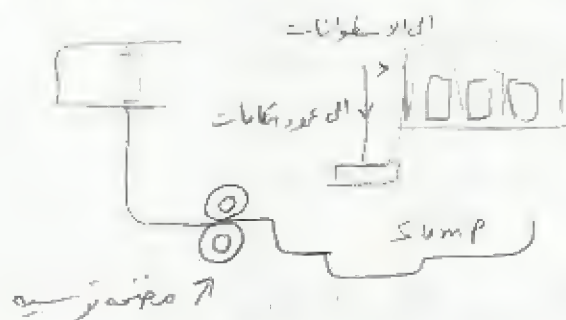
وتستخدم لتزييت عمود الكرنك وعمود المكامات والصمامات

\* مضخة ترسيب في معدل تصرف صغير بضغط عال

\* المفروضة كل عدد معين من الكيلومترات تغير الزيت الذي في الدورة ولكن اذا حدث ولم تغيره فإزالة الفلتر حينئذ وبالتالي الماكينة تستدمر

ولكنه لتلاشي هذا العيب تم عمل (safety valve) by Pass

بحيث يسمح باستمرار عمل دورة الزيت ولكن الزيت سيكون يرمي (بمرايش)



### \* أنواع التزييت

١- تزييت شبه جاف Boundary lubrication (المنطقة الأولى من منطقة التزييت)

هو وجود احتكاك بين سطحين متماسين بالرغم من وجود طبقة زيت بينهما نظراً لضعف كمية الزيت في بداية الدورة (أعلى معامل احتكاك)

٢- التزييت المختلط mixing lubrication (المنطقة الثانية من منطقة التزييت)

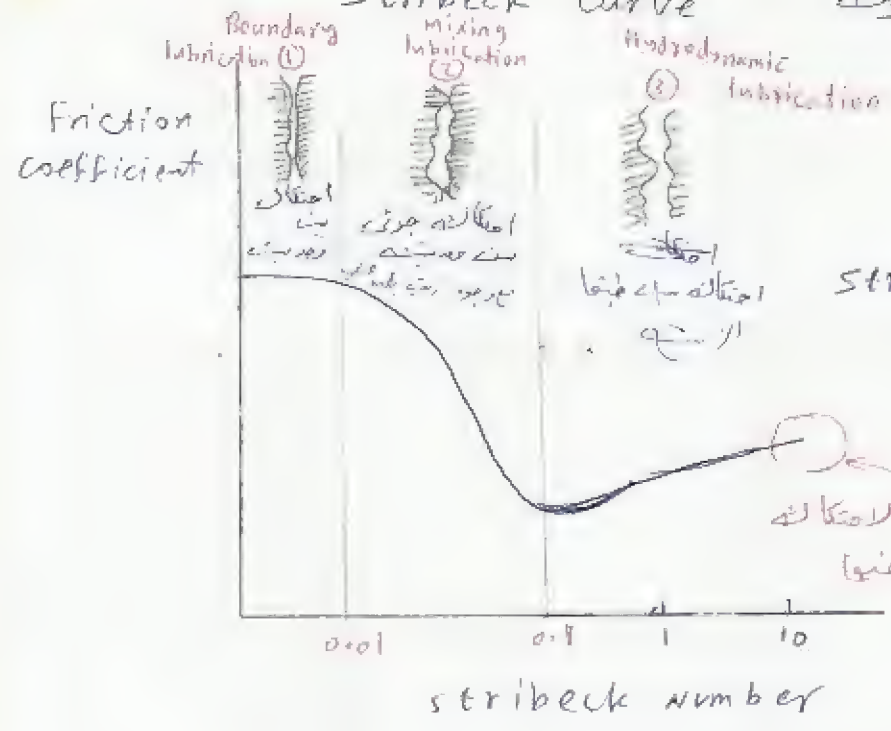
هو وجود احتكاك بين سطحين متلامسين جزئياً بالرغم من وجود طبقة زيت بينهما وذلك لأن كمية الزيت لا تكفي لفصلهما تماماً.

٣- التزييت الهيدروديناميكي Hydrodynamic lubrication (المنطقة الثالثة من منطقة التزييت)

هو الاحتكاك بين طبقة الزيت الموجودة بين سطحين يفصل بينهما تماماً كمية من الزيت وهذا النوع هو أفضل الأنواع لأنه الاحتكاك بين طبقتي الزيت

# Stribeck curve

منحنى استريبيك



$$Stribeck\ number = \frac{\mu (N/m^2) \cdot U (m/s)}{F_{th} (N/m)}$$

$$St. = \frac{\mu U}{F_{th}}$$

بدأ يزيد اتساع الاحتكاك بين طبقات الزيت وبعضها

تزيد وكميات كانت هذه الزيادة  
فهي لا تكون أقل من الـ Boundary

بالنظر للمنحنى فإنه معامل الاحتكاك يعتمد على رقم ستربيك

مقابل الاحتكاك يتوقف على

- ① قوة
- ② سرعة
- ③ معامل اللزوجة

مواصفات زيت التزيت

١- ذو قدرة على مقاومة التآكسد [حيث تتبع مواد مله قد تمنع التآكسد الانغلاق التام للغوص بينها والاسطوانة]

٢- ذو قدرة على تنظيف [إزالة] الشوائب أو تشتيتها [بمعنى يمنع تراكم الشوائب في منطقة معينة وبالتالي يسهل زحابة الفلتر]

٣- قادر على مقاومة التآكل والبرق المعدني

٤- صالح لمختلف ظروف تشغيل المحرك

اسباب حدوث تآكسد للزيت

١- ارتفاع درجة الحرارة

٢- وجود أكسجين

٣- طبيعة السطح المعدني

٤- وجود بعض الشوائب ونواتج البرق المعدني

٥- نواتج الاحتراق التي تتسرب عبر الحجاب زيت التزيت

٦- إذا لم يتم التخلص من الماء، مساعده من أكسجين أو أكسجين زيوت التزيت

وهذه المناطق التي تتعقد فيها اسباب حدوث التآكسد مثل جاري شبر الضغط العلوي ووجود الزيت في المحرك حيث تسرب الغازات العادم إلى ودرجة حراره عاليه لانه أعلى المعدني حيث الشبر العلوي فيه تسرب للغازات العادم إلى ودرجة حراره عاليه والغازات المتسربة في النهاية تصب فيها وارضاً عليه التآكل بها شوائب كثيره ودرجة حراره عاليه والغازات المتسربة في النهاية تصب فيها



حدد الأضرار الناتجة عن تكوين أكاسيد زيوت التزيتية  
 أكاسيد زيوت التزيتية تساهم في تكوين شوائب من بعض أنواع  
 الصمغ الرا تنجى التي تؤدي لالتصاقه الشاير بحبس المكبس  
 ولا تغلقه الحلوم بإحكام

أولاً "تتبع امراء التدهية تمتع الشاير من قفل الحلوم بين الاسطوانة والمكبس بإحكام"  
 كيف يمكن أكساب زيت التزيتية القدرة على مقاومة التآكل؟

## ٢- القدرة على التنظيف والتشيت

ويتم إكساب زيت التزيت المعدني الخام خصائص التنظيف والتشيت بواسطة  
 إضافة مواد كيميائية معينة. ووظيفة هذه المنظفات الكيميائية هي الحد من تكون  
 الشوائب وتجعل من إزالتها بواسطة المرشحات أمر سهل.  
 عند درجات الحرارة المنخفضة تتكون الشوائب كناتج ثانوي لاحتراق الوقود  
 ووظيفة المنظفات هي في المحافظة على هذه الشوائب معلقة داخل الزيت أو  
 تحويلها إلى مواد ذائبة فيه.  
 عند درجات الحرارة المرتفعة تتكون الشوائب من الأكسدة الجزئية لزيت  
 التزيت. ووظيفة المنظفات في هذه الحالة مزدوجة فهي من ناحية تحافظ على  
 جعل الشوائب عالقة في الزيت ومن ناحية أخرى فهي تقاوم التفاعل المؤدى إلى  
 حدوث أكسدة للزيت والتي تؤدي إلى تحويل جزء من زيت التزيت إلى مركبات  
 الورنيش. بالإضافة إلى ذلك فإنه في محركات الديزل تساعد المنظفات على  
 معادلة التفاعل الحمضي الناتج عن وجود مركبات الكبريت في الوقود.

وظيفة المنظفات  
 لا تجعل على جعل الشوائب  
 عالقة في الزيت  
 لا تمنع حدوث أكسدة  
 للزيت  
 "هي تمنع الديزل تعادل  
 التفاعل الحمضي الناتج عنه  
 وجود كبريت في الوقود"

## ٢- مقاومة التآكل والبريد المعدني

التآكل يحدث نتيجة للعمليات الكيميائية المصاحبة للأكسدة  
 البريد يحدث نتيجة للتآكل المعدني المباشر في الأجزاء المتحركة  
 التآكل الناتج عن التوافق الحمضية لأجزاء الاحتراق من الأسباب الرئيسية لتآكل جدران الاسطوانة  
 و شاير المكبس ويصبح التأثير سيئ بدرجة أكبر إذا كانت درجة حرارة جدران الاسطوانة  
 منخفضة وذلك بسبب تكاثف المركبات الكيميائية الحمضية عليه

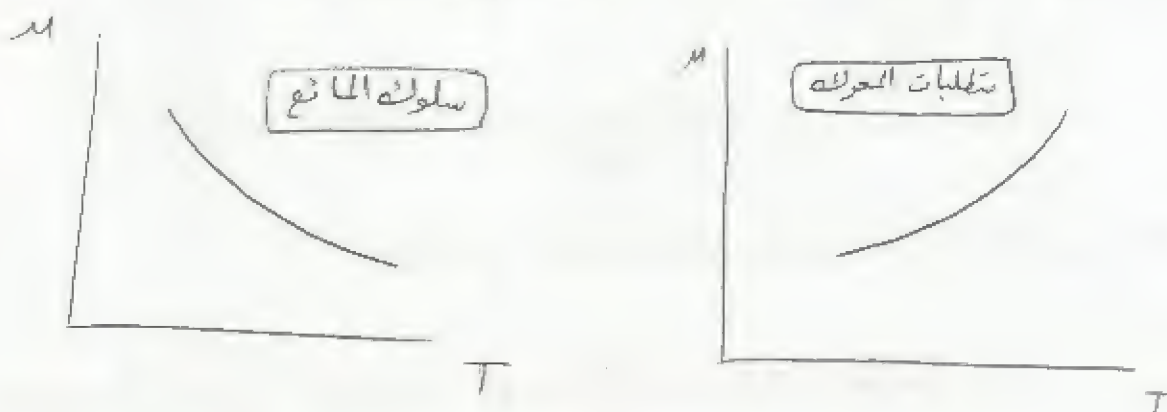
تآكل من التآكل

## ٤- ملاحظة الزيت لاختلاف ظروف تشغيل المحرك

### متطلبات ظروف تشغيل المحرك :-

١- مع بدء ادارة المحرك حيث درجة الحرارة منخفضة مطلوب ان تكون لزوجة الزيت منخفضة حتى يتمكن الزيت من تكوين طبقة ذات سمكه مناسب لتزييته اجزاء المحرك .

٢- بارتفاع درجة حرارة المحرك يجب ان تزداد لزوجة الزيت للحفاظ على طبقة زيت كافي لمنع حدوث البرص والاساحة في اقسام و منع تسرب الغازات منه خلال خلوص المكبس .



٣- درجة الحرارة الخارجية تؤثر على لزوجة الزيت وبالتالي أصبحوا يعملوا زيت خامه بفصل الصيف وآخر خامه بالشتاء ولكن الحل لتلاشي هذه المقله هو عمل زيت متعدد الدرجات عن طريقه اضافة مركبات كيميائيه تحافظ على مستوى لزوجة الزيت ضمن حدود مناسبة .

### تصنيف الزيوت طبقاً لجمعية مهندسي السيارات

(SAE) Society of Automotive engineers.

حيث تستخدم الجمعية سبع أرقام لتصنيف الزيوت

5W, 10W, 20W, 20, 30, 40, 50

\* الأرقام المتبوعه بحرف (W) winter تعني ان هذا الزيت مناسب في المناخ البارد وفيه اللزوجه

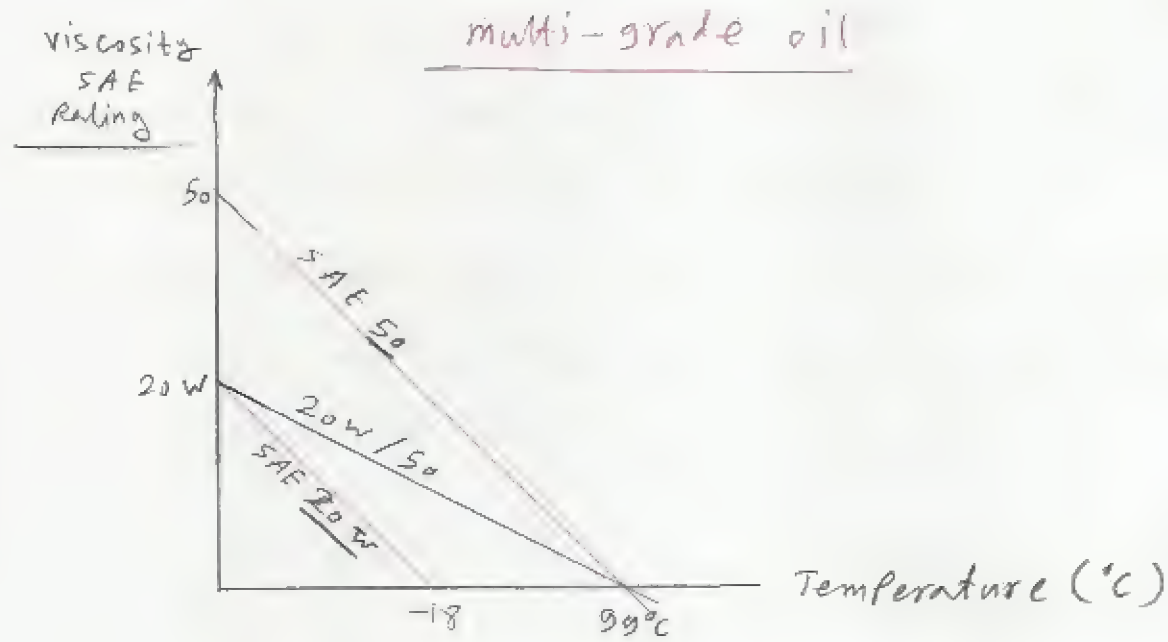
في هذه الحالة مقاسه عند  $-18^{\circ}\text{C}$

x الأرقام غير المتبوعه بـ (W) يعني أن هذا الزيت مناسب في المناخ الحار وفيه اللزومه

في هذه الحالة مقاسه عند  $99^{\circ}\text{C}$



\* يخلقه على الزيوت التي يمكن استخدامها على مدار العام اسم الزيوت متعددة الدرجات ويرمز لها على سبيل المثال (20w/50)



(تغير اللزوجة مع درجة الحرارة للزيوت أحادية الدرجة والزيوت متعددة الدرجات)

متطلبات تصميم المحرك لحفظت المفاقيد الاحتكاكية :

- 1 قيمة الخلوقة بين الأجزاء المتحركة
- 2 نوع المواد الخام المستخدمة في تصنيع المحرك
- 3 درجة التطيب المطلوبة لمساحة التماس
- 4 مساحة الأسطح المتماسمة والتي تسبب الاحتكاك

#### 5- الاحتكاك بين أسطوانة و مكبس المحرك

- قياس قوى الضغط المحيية للاحتكاك بين الأسطوانة والمكبس حيث تقل لاقصى احتكاك في الحركة الترددية لدى جميع مثل المكبس والأسطوانة كما ان المكبس يرتطم بجوانبه الاسطوانة وبالتالي لو السطح الخلفي زاد عن حد معين حرك المكبس يتفعل وهذا هو الذي يجعل المصممين لا يستطيعوا انتاج مكابس بسرعات مقترحة

يتم مظهر في الجناز شكل (5-1)

## 2-4 قياس الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة للمحرك

كما سبق القول الاحتكاك يحدث في المناطق التي يكون فيها تماس بين الأسطح المتحركة وبالتالي يمكن تحديد جميع الأماكن التي يحدث فيها وهي:

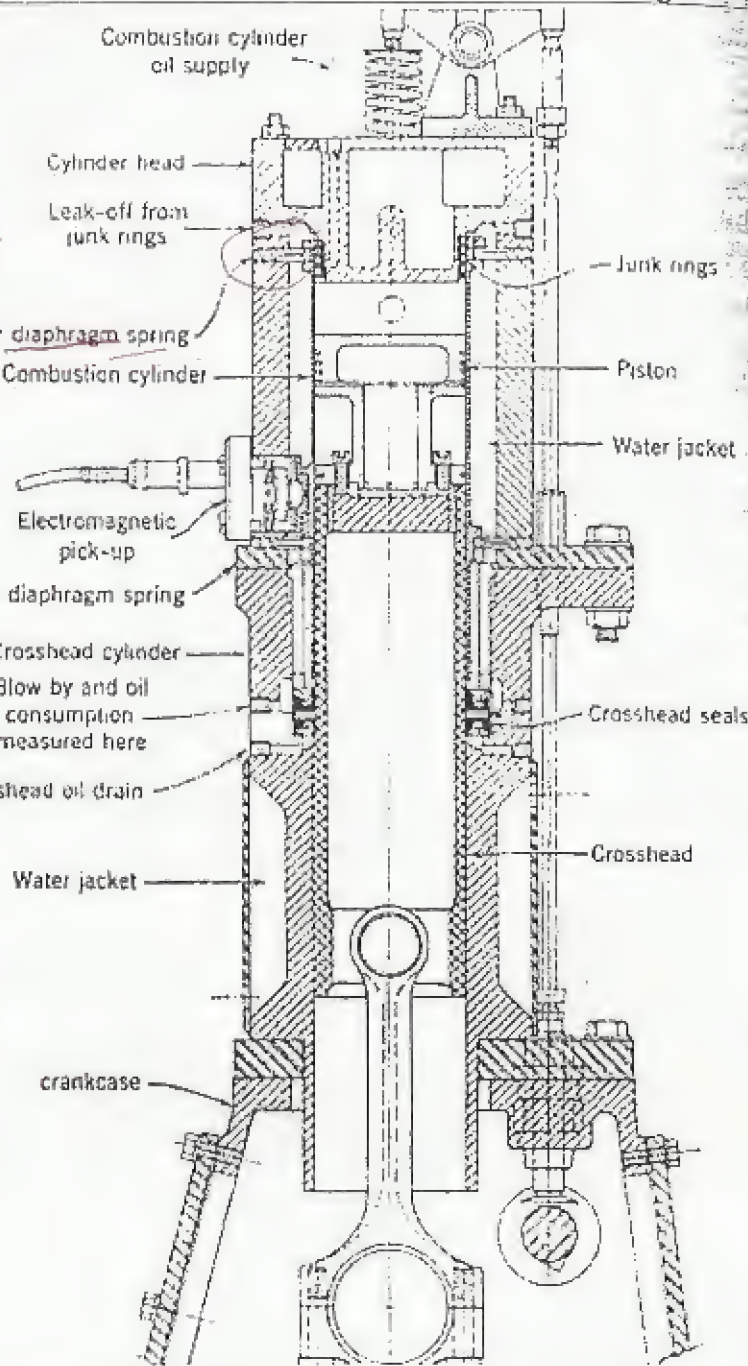
- 1- كراسي عامود المرفق
- 2- نهايات ذراع التوصيل
- 3- المكبس و الشنابر والاسطوانة
- 4- كراسي عامود الكامات
- 5- محاور أزراع تشغيل صمامات السحب والعامد
- 6- عامود إدارة مضخة الزيت وموزع الشرارة الكهربائية (محركات الإشعال بالشرارة)
- 7- كراسي عامود إدارة مضخة الوقود (محرك الديزل)
- 8- ساق كل من صمام السحب والعامد

وتكون مجمل الطاقة المفقودة في الاحتكاك في المحرك هي مجموع الطاقة اللازمة للتغلب على الاحتكاك في جميع هذه الأجزاء. ومن تحليل القوى الواقعة على تلك الأجزاء المختلفة خلال حركتها نستنتج أن أكبر قيمة للطاقة المستهلكة في التغلب على الاحتكاك تكون بين الأجزاء ذات الحركة الترددية والأسطح المتماسمة معها مثلما هو الحال بين المكبس والاسطوانة وكذلك بين ساق الصمام ودليله. أما المحاور ذات الحركة الدورانية فيكون الاحتكاك فيها أقل.

لتعيين مقدار الطاقة المفقودة في الاحتكاك لمحرك الاحتراق الداخلي معمليا يستخدم اختبار معملي يسمى (Motored test) وفيه يتم تركيب المحرك المراد معرفة قيمة فقد الاحتكاك له على ديناموميتر كهربى يعمل عن بدء تشغيل المحرك كجاذب حركة (March) وعند بدء الإشعال في المحرك يعمل كمولد كهربى يدار بواسطة المحرك. وتتم التجربة بترك المحرك دائرة فترة كافية حتى يصل إلى حالة الاستقرار ثم يفصل التيار الكهربى عن دائرة الإشعال فيتوقف الحريق داخل المحرك ولكنه يستمر في الدوران بسبب وجود الديناموميتر ويتم إجراء القياسات على المحرك في الحال قبل أن تنخفض درجة حرارته حتى لا تتأثر دقة القياسات بتغير ظروف التشغيل.

عند الرغبة في معرفة نسب كل فقد احتكاك في إحدى مناطق الاحتكاك إلى الاحتكاك الكلى فإن الأمر يتطلب إجراء الاختبار على محرك أبحاث معد خصيصا لهذا الغرض حيث يمكن تفكيك أجزائه كما في شكل 2-6.

من نتائج هذا الاختبار يمكن ملاحظة ما يلي للمجموعات المتحركة للمحرك: من شكل (2-7) فقد في الاحتكاك في مجموعة المكبس تكون قيمتها مرتفعة أثناء الشوط الفعال للدورة الحرارية (شوط التمدد) مقارنة بباقي أشواط المحرك أثناء دورة الشوط. أما أثناء هذا الشوط



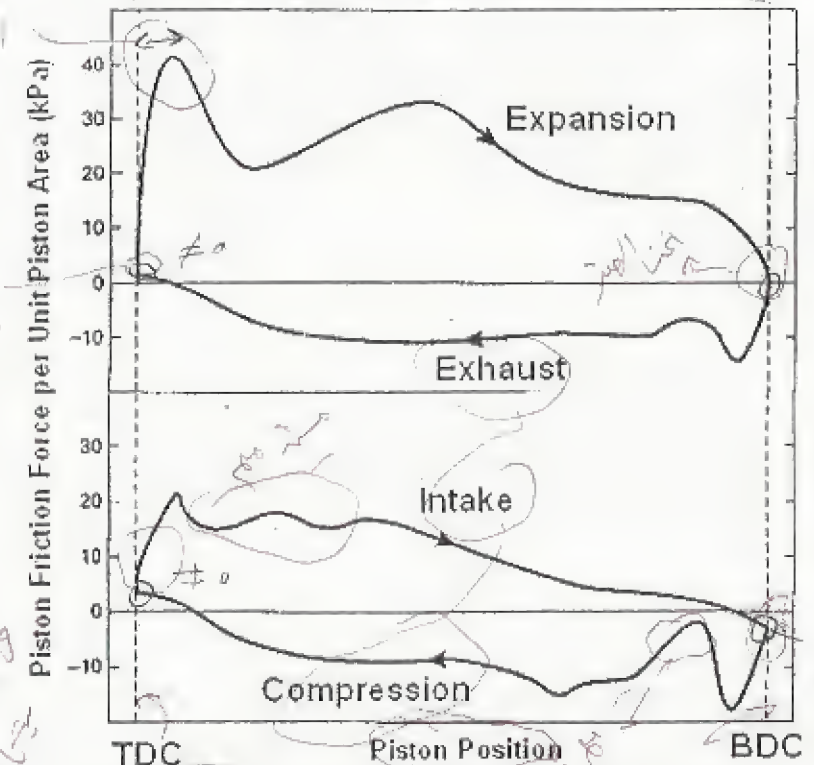
شكل 2-6 تركيب المحرك المعمل المصنع لقياس قيم مغاير الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة للمحرك



## الاحتكاك والتزييت

أقصى قيم للاحتكاك تكون بالقرب من النقاط الميتة مباشرة لحدوث تلامس مباشر بين شتاير المكبس ومعدن الاسطوانة.

عادة يجهز المكبس بشنبرين للضغط (Compression ring) وحسب حاجة المحرك شنبر أو اثنين للزيت (Oil ring). تعمل شتاير الضغط على عدم حدوث تسرب لمانع التشغيل أعلى المكبس إلى علبة عامود المرفق مما يعنى المحافظة على قيمة الضغط داخل اسطوانة المحرك، بينما تعمل شتاير الزيت على توزيع الزيت على جدار الاسطوانة وكشطه حتى لا يحترق أثناء إجراء الاحتراق. تصنع شتاير المكبس من سبيكة من الحديد لها مرونة مرتفعة بحيث عند تركيب مجموعة المكبس داخل الاسطوانة تضغط الشتاير على جدران الاسطوانة بالتالي في المناطق ذات التزييت منخفض الجودة كما عند النقطة الميتة العليا يحدث تلامس بين معدن الشتاير ومعدن الاسطوانة. لخفض مقدار الفقد في الاحتكاك في هذه المنطقة (منطقة التلامس المباشر لمعدن الاسطوانة ومعدن الشتاير) تصنع شتاير الضغط بأقل مساحة تلامس ممكنة بينها وبين الاسطوانة.



شكل 7-2 الفقد في الاحتكاك لمجموعة المكبس أثناء أشواط المحرك

مع ملاحظة أن القيم التالية تتغير قليلا بتغير الحمل يمكن تقريبيا صياغة

## الاحتكاك والتزييت

### الباب الثاني

موضع الاحتكاك	نسبة قيمته إلى الاحتكاك الكلي
مجموعة المكبس (المكبس - الشتاير - نهايات زراع التوصيل)	مجموعة المكبس 30 % للشتاير 20 %
مجموعة الصمامات (الصمامات - كراسى عامود الكامات - المحاور)	25 %
كراسى عامود المرفق	10 %
باقي ملحقات المحرك (المضخات وخلافه)	15 %

بمقارنة شكل (5-2) مع شكل (7-2) نجد أن بينما الشكل الأول المرسوم من قيم محسوبة نظريا يبين أن قيم قوة الاحتكاك ( $F_f = f \cdot F_{th}$ ) تساوى الصفر عند النقاط الميتة نجد أن شكل (7-2) يبين أن هذه القوة لها قيمة عند تلك النقاط. يرجع ذلك إلى أن السرعة اللحظية للمكبس تساوى الصفر عند النقاط الميتة له بالتالي قوى الاحتكاك ساوت الصفر في الحسابات النظرية بينما عمليا يحدث غير ذلك حيث تتسبب قوى القصور في تأرجح أجزاء المكبس هذا التأرجح يتسبب بدوره في ارتطام المكبس بجدار الاسطوانة عند هذه النقاط و يتسبب هذا الارتطام حدوث احتكاك بين معدن الاسطوانة ومعدن الشتاير عند هذه النقاط. وبسبب حدوث هذا الارتطام لا يسمح في اغلب المحركات بأن تتجاوز السرعة الخطية المتوسطة للمكبس 15 m/s حيث ارتفاعها عن هذه القيمة قد يتسبب في انهيار تركيبة المكبس وانخفاض معامل أمان تشغيل المحرك.

لتقليل قوة الارتطام عند النقطة الميتة العليا اتجه مصممي المحركات إلى استخدام المكبس ذو البنز المرحل offset wrist pin وفيه يتم ترحيل البنز عن محور المكبس مسافة صغيرة تقدر بأجزاء المليمتر ناحية صمام العادم.

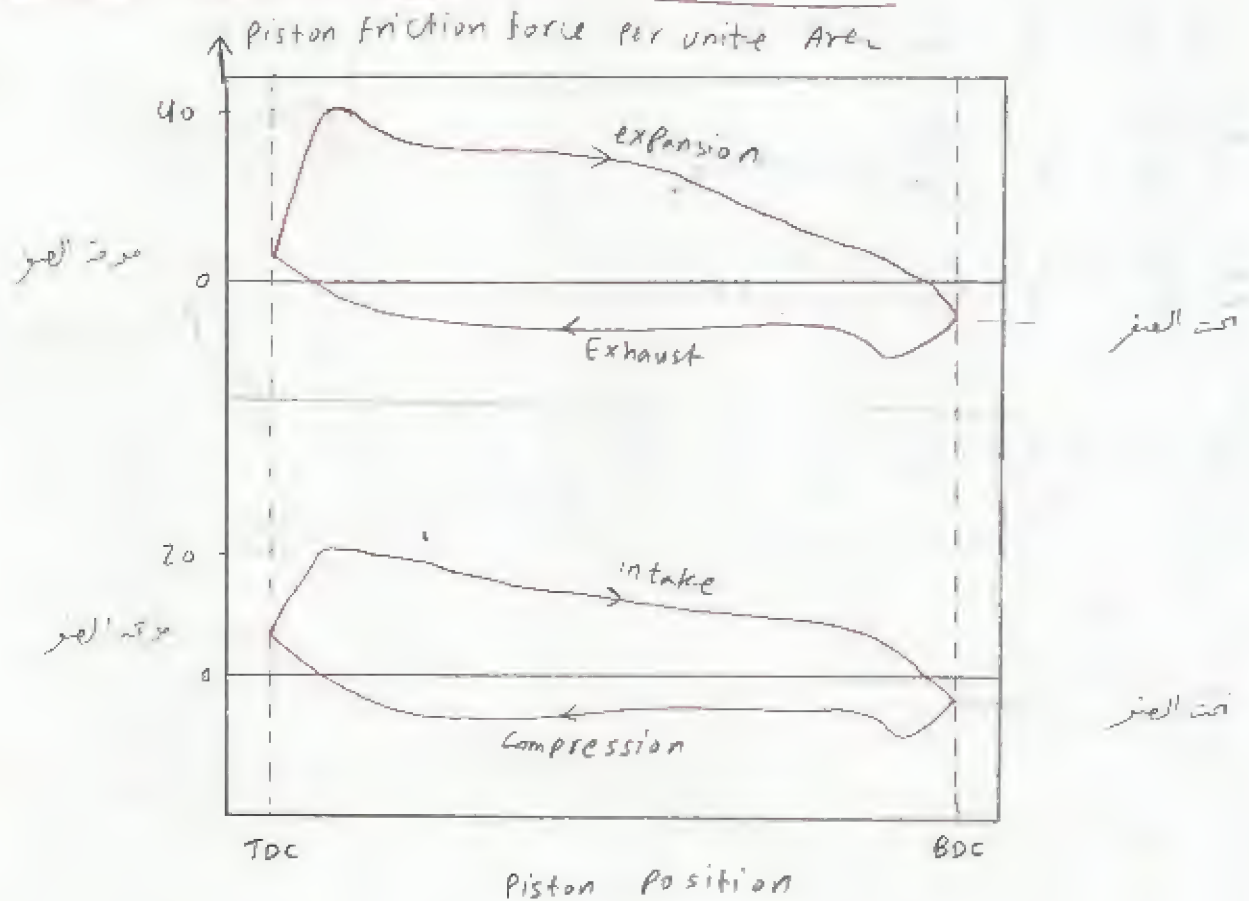


### 5-2 تعين قيم مفايد الاحتكاك نظريا

في هذا الجزء سوف يتم التعرف على كيفية استخدام نظرية التزييت Lubrication theory كأساس لحساب مفايد الاحتكاك و الاستعانة بمعادلات تجريبية مستنتجة على ضوء تلك النظرية وبعض القياسات المعملية وذلك للحصول على تصور مبدئي يفيد في فهم الدارس لطبيعة إجراءات التزييت في المحركات. وقد روعي في ذلك اختيار أبسط المعادلات ويمكن للدارس الرجوع لأحد المراجع المذكورة في نهاية الكتاب إذا رغب في التوسع في دراسة حساب الاحتكاك في المحركات.

1- حساب الفقد نتيجة الاحتكاك المكبس والشتاير وبين جدار الاسطوانة من شكل (8-2) هناك طبقة من الزيت تفصل بين الشتاير وجدار الاسطوانة سمكها  $\delta$  هذا السمك تتوقف قيمته على موضع تواجدته وتوقيت هذا التواجد.

## رسم يوضح قوى الاحتكاك المسجلة فعلياً أثناء الدورة



(الفقد في الاحتكاك لمجموعة المكابس أثناء طول المحرك)

- \* القيم التي تحت الصفر منه معناها سالب ولكنه معناها ان القوى غيرت الاتجاه
- \* الـ expansion يكون أكبر ما فيه بين ما هو الاتصال الثلاثة المتبقية تكونه مقاربه
- \* الـ reference ← اتجاه ⊕ ← للقيم التي تؤثر في اتجاه المكابس وهو ازل.

نظرياً عند TDC الاحتكاك = صفر  
ولكن عملياً اتضح من الرسم ان الصفر ان الاحتكاك  
له قيمة --- ما السبب ؟

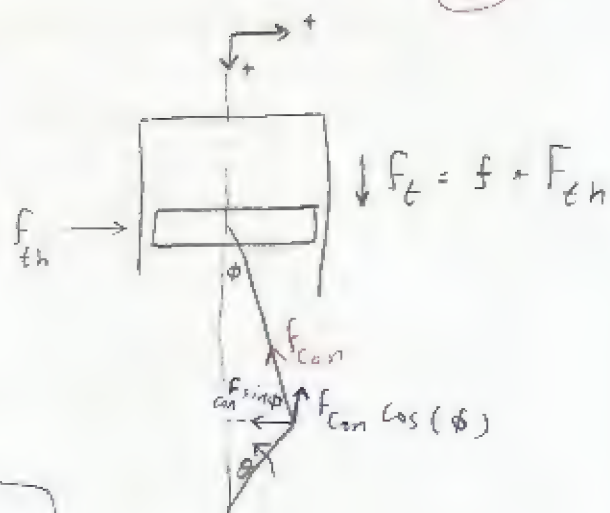
ذلكه لان المكابس يرتطم بجانب الاسطوانه عند ما يصل  
الى TDC فيسبب احتكاكاً



$$m_p \frac{du}{dt} = f_g - f_{con} \cos \phi - f_f$$

$$m_p \frac{du}{dt} = f_g - \frac{f_{th}}{\sin \phi} \cos \phi + f \times f_{th}$$

$$m_p \frac{du}{dt} = f_g - f_{th} \left( \frac{1}{\tan \phi} + f \right)$$



$$f_{th} = \left( P \cdot A_p - m_p \times \frac{du_p}{dt} \right) \left( \frac{\tan \phi}{1 + f \tan \phi} \right)$$

→ equ (5)

قوة الغاز  
من المرجع  
المتحرك

حاول كتابة هذا الامتحان للدكتور (امتحانات للحصول على هذا المقادير)

امتحان

$$f_f = f \times f_{th}$$

معامل الاحتكاك

حساب معامل الاحتكاك من خريطة ستريبيك حيث في الامتحان قد يعطى الخريطة ولا يعطى معامل الاحتكاك حيث يجب Strebick number ومنه نحسب معامل الاحتكاك

حساب العجلة امتحانات 2012

$$S' = L_{con} \left[ (1 + E) - (E \cos \theta + \sqrt{1 - (E \sin \theta)^2}) \right]$$

$$v_p = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{ds}{d\theta} = \frac{\omega l_{st}}{2} \left[ \sin \theta + \frac{E \sin(2\theta)}{2\sqrt{1 - (E \sin \theta)^2}} \right]$$

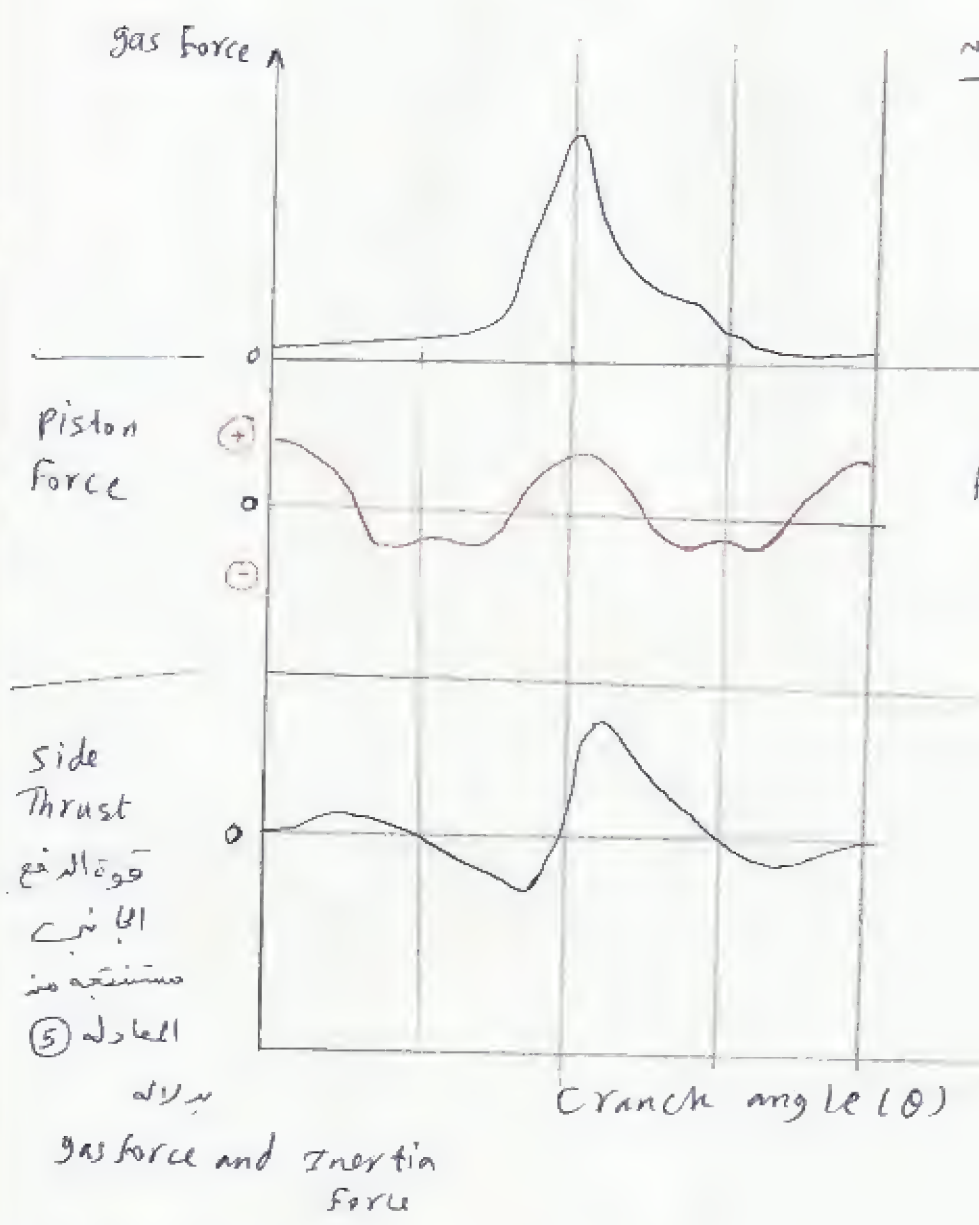
$$a_p = \frac{dv_p}{dt} = \frac{dv_p}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{dv_p}{d\theta}$$

$$\therefore a_p = \frac{\omega^2 l_{st}}{2} \left[ \cos \theta + \frac{E (\cos(2\theta) + E^2 \sin^4 \theta)}{(1 - (E \sin \theta)^2)^{3/2}} \right]$$

مشتقات هذا الامتحان  
10 الامتحان

وقد يطرأ قسمة العجلة وبالتالي لا يحتاج الى اثبات العجلة في الاستمارة

منحنى القوى هو نفسه منحنى المقطع  
لوزن الساحة ثابته ومن مساحة المكعب



$$f = m \cdot a$$
  
تقسيم راس العجلة

Side Thrust  
قوة الدفع  
الجانبية  
مستنتجة من  
المعادلة (5)

gas force and Inertia force



١- لنفرض من هذه القراءات  $A_1, A_2$  نحصل على الإمكانات في أعمدة الكلمات والرموز.

ثم توصل طامبورة مفتحة الزيت بواسطة الكرانك shaft بالتالي  
لما نخرج القيم المعروفة نستطيع حساب الاحتمالات  
في طريقة الزيت.

ثم توصل السير بالطامبورة التي تقوم بتشغيل الاجهزة المسماة (مفتحة مياه مثلا)

في الاحتمالات في الاجهزة المسماة الكرانك معروف  
نخرج قيمة الاحتمالات الكرانك فنحصل على الاحتمالات  
في الاجهزة المسماة.

نسب مفاتيح الاحتمالات بعد التوزيع

الترتيب	موقع الاحتمالات
٧٢٠ المكبس + ذراع التوصيل واشتباير ٢٠٪	مجموعة المكبس
٢٥٪	مجموعة الصمامات والصمامات + كراسي عامود المرفقة
١٠٪	عامود المرفقة
١٥٪	باقي اللatches

في تنصيح انه

الترتيب مفاتيح تكون في المكبس ثم مجموعة الصمامات  
ثم عامود المرفقة.

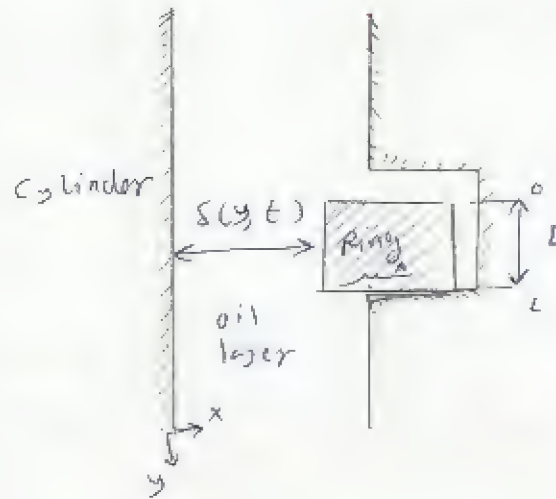


طريقة اخرى لحساب الطاقة المعقودة في المحرك

(3)

الطاقة = قوة  $\times$  مسافة

## Hydrodynamic Lubrication Theory



تحليل هيدروديناميك للطبقة الزيتية الموجودة بين السندان وجدار الاسطوانة

$$\int_0^L p_o(x, t) dy = L (p_e + p(t) + p_{top}(t))$$

الضغط الجانبي

$p_o$ : oil pressure ,  $p_e$ : Ring pressure ,  $p_{top}$ : gas pressure ,  $p$ : Thrust pressure

الضغط الجانبي دالة في  $\theta$  وال  $\theta$  دالة في الزمن  $t$  : الضغط الجانبي دالة في الزمن

المعادلات الآتية للاطلاع فقط

Reynolds equation

$$\frac{\partial}{\partial y} \left( s^3 \frac{\partial p_o}{\partial y} \right) = 6 \mu u \frac{\partial s}{\partial y} + 12 \mu \frac{\partial s}{\partial t}$$

with boundary condition

$$p_o(0, t) = p_{top}(t)$$

Spark ignition engine

$$CC = 885 : 2000$$

$$b f m e p = C_1 + 48 \left( \frac{N}{1000} \right) + 0.4 \bar{U}_p^2$$

Direct injection  $C_1 = 75 \text{ kPa}$

Large swirl chamber

$$C_1 = 110 \text{ kPa}$$

② ④

Small swirl chamber

$$C_1 = 144 \text{ kPa}$$

كل المعادلات السابقة لا تحفظ ولكن ~~يظهر ورقه فيها عدة معادلات~~  
وانتماء رصده بينها

$$f_{mep} (\text{for piston and rings}) = f_p \bar{U}_p^2 \frac{6.2 \times 10^4 \gamma^{0.2}}{Re}$$

$$f_{mep} (\text{Journal bearing}) = -$$

$$f_{mep} (\text{for pumps}) = -$$

لا تحفظ هذه المعادلات لانها معادلات مكملة.

أثر الضغط المتوسط الفعال على الاحتكاك

$f_{mep}$   
(friction mean effective pressure)



mean effective pressure

لأن الضغط المتوسط الفعال يعبر عن Load وبالتالي كلما زاد Load زاد الاحتكاك على كراس المحاور فيزيد الاحتكاك.

أثر سرعة الدوران

$f_{mep}$



engine speed

حيث بزيادة السرعة يزداد الاحتكاك بين طبقات الزيت وبعضها البعض.

راجع الكتاب من ص 52 - 59

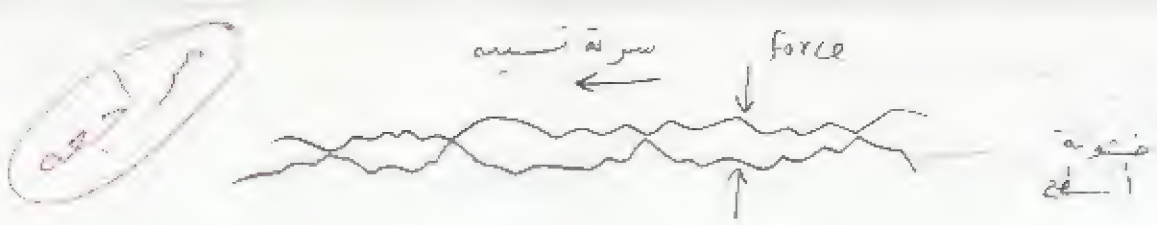
مراجعة



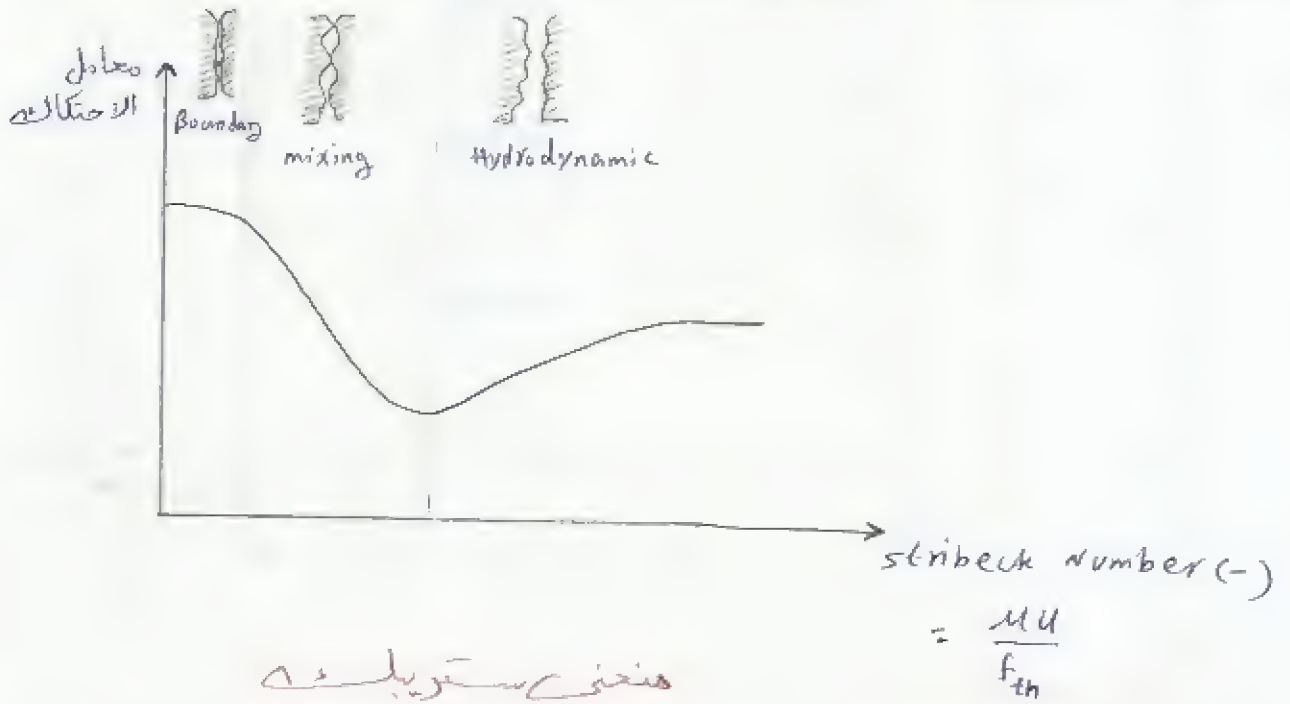
## أهمية التزييت في المحركات :

- ١ - تخفيض الطاقة المفقودة في الاحتكاك مما رفع الكفاءة الميكانيكية ويعمل على خفض الاستهلاك النوعي للوقود
- ٢ - يحمي المحرك من حدوث عمليات التآكل المصاحبة للاحتكاك
- ٣ - يساهم في تبريد أجزاء المحرك والتي لا تصل إليها دورة التبريد مثل السطح الداخلي للمكبس
- ٤ - يزيل أي شوائب ناتجة عن التآكل المصاحب للاحتكاك من حيز المحرك بالتالي يحافظ على حياة المحرك نظيفاً
- ٥ - يساهم في منع تسرب الغازات بين حلوص المكبس والاسطوانة من حول الاسطوانة والحدود.

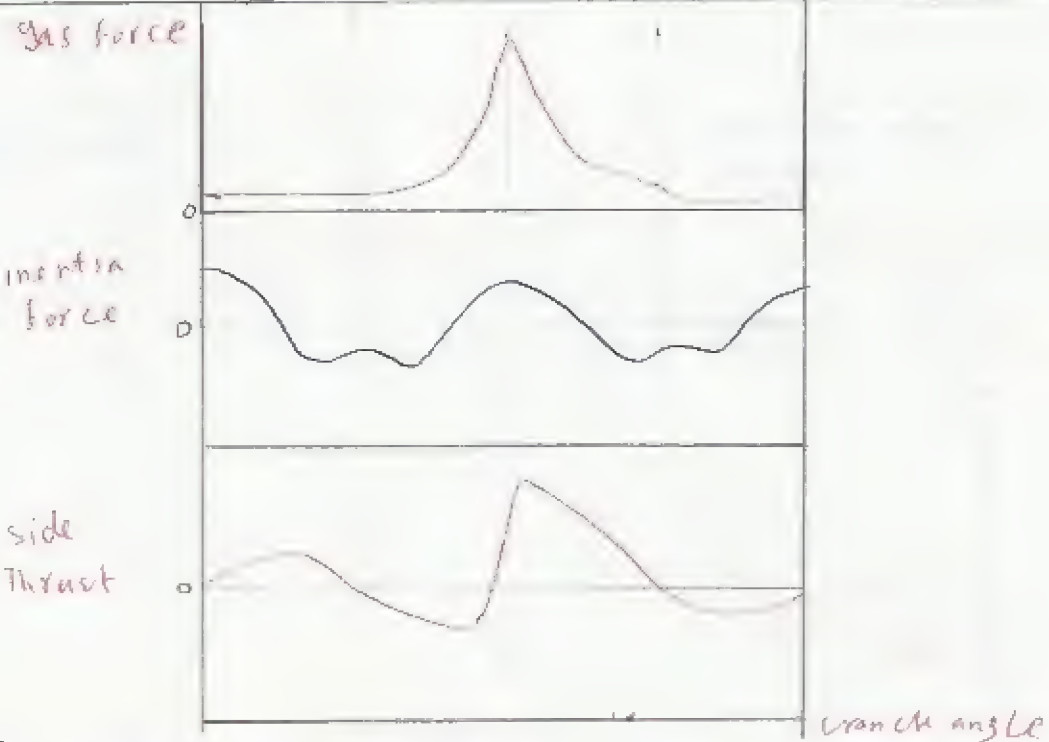
①



أسباب حدوث الاحتكاك

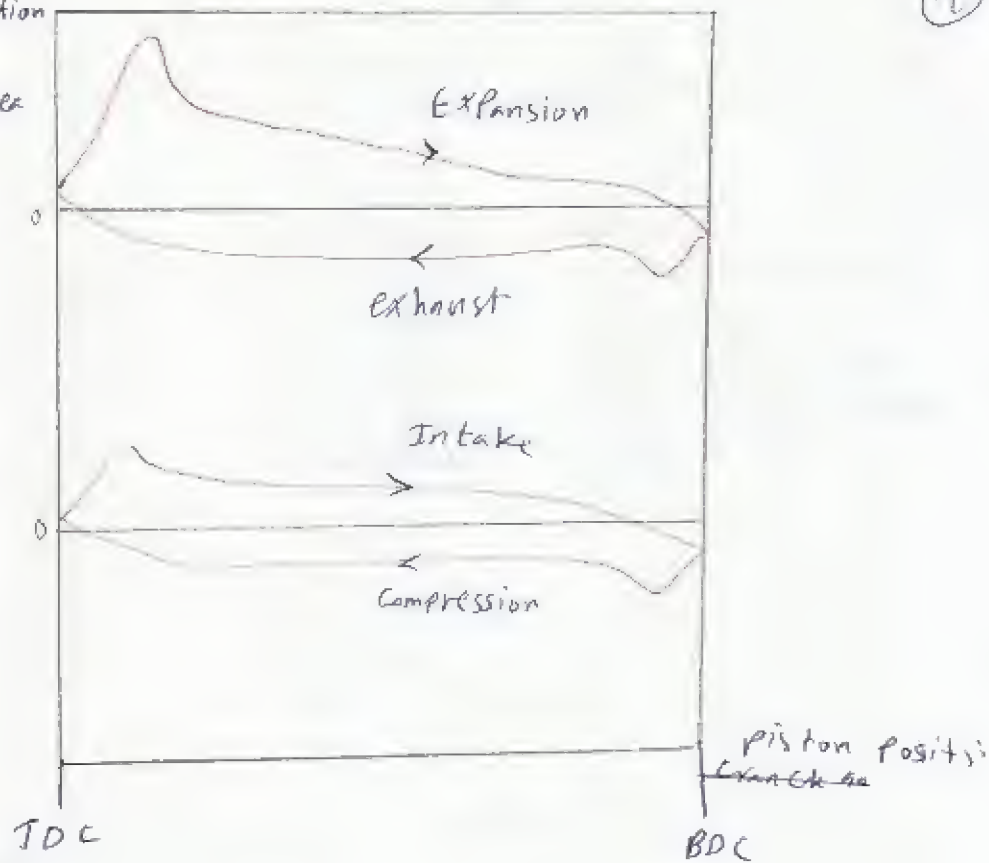


$$\partial p = \frac{\omega^2 l_{st}}{2} \left[ \cos \theta + \frac{\epsilon (\cos 2\theta + \epsilon^2 \sin^4 \theta)}{(1 - (\epsilon \sin \theta)^2)^{3/2}} \right]$$



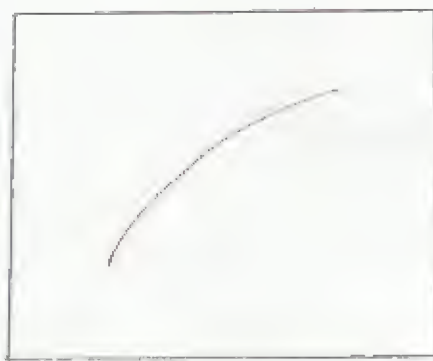
تغير قوة الغازات داخل الاسطوانة وقوى قصور المكسبة وقوة الدفع الجانبي بين المكسبة والاسطوانة مع زاوية التكرار

Piston friction force per unit piston area



الحد في الاحتكاكات المحركة المتحركة أثناء أشواط المحرك

(Fmep)  
friction  
mean  
effective  
pressure



mean effective pressure

تأثير الضغط المتوسط الفعال على الاحتكاك

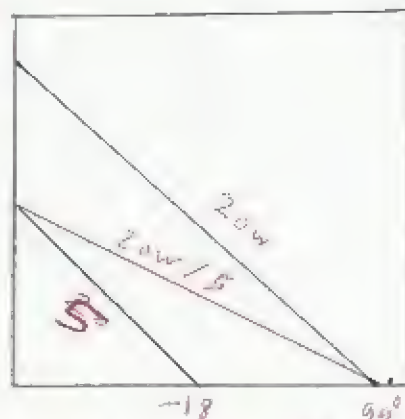
Fmep



Engine speed

تأثير سرعة دوران المحرك على الاحتكاك

الزوجة



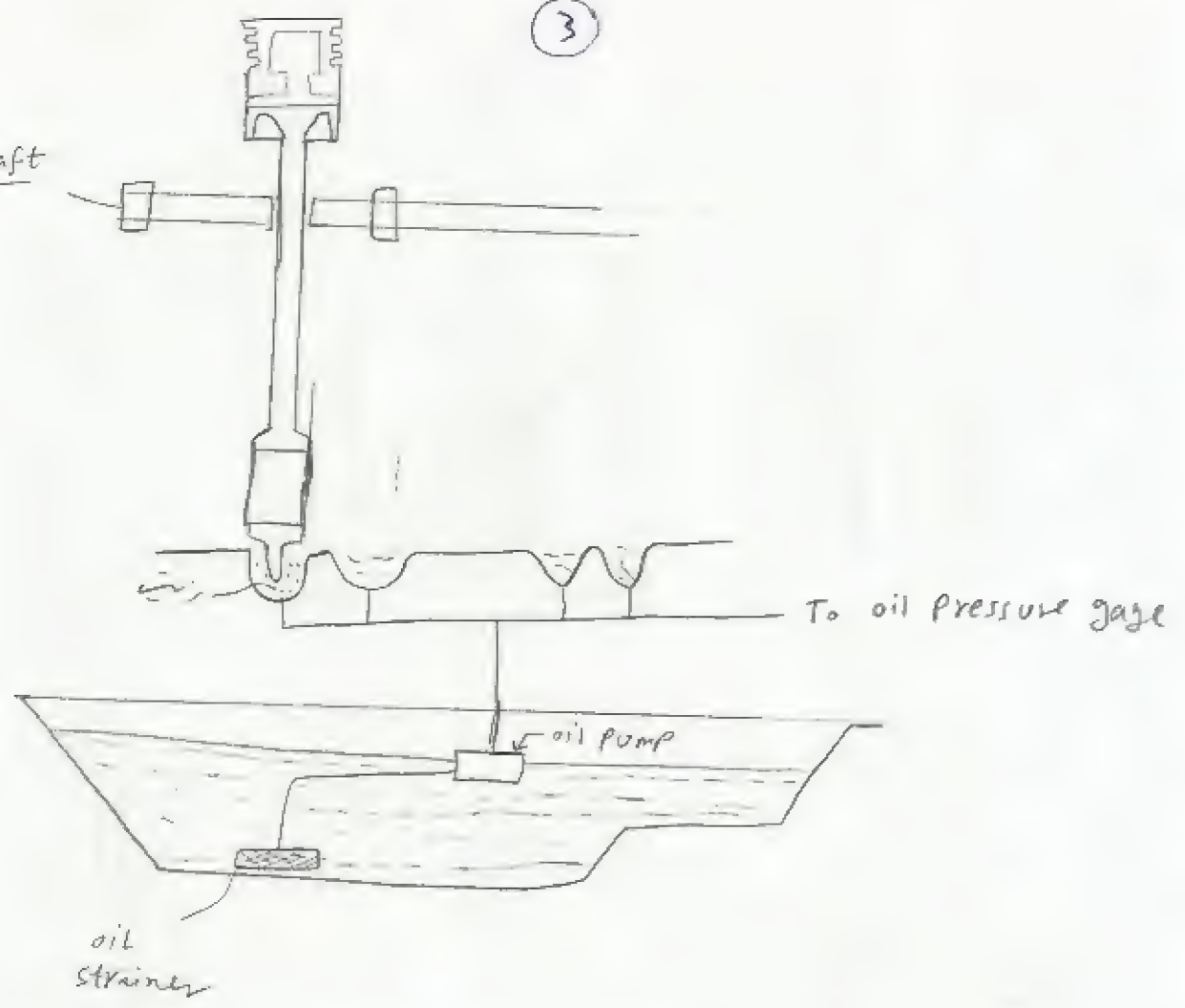
Temperature

تغير اللزوجة مع درجة الحرارة التي تؤثر عليها اللزوجة والزوجة متغيرة الزوجة

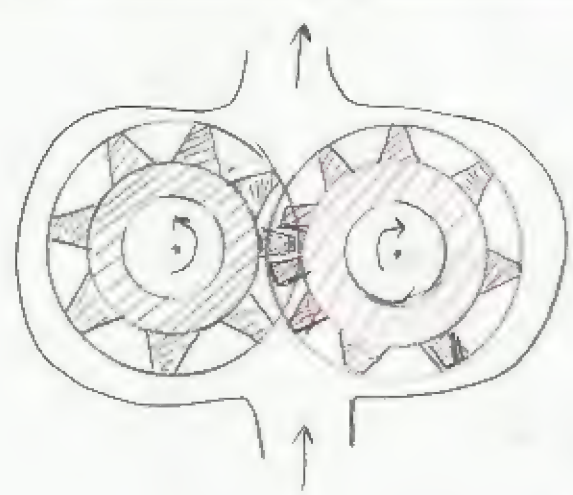


3

Cam shaft

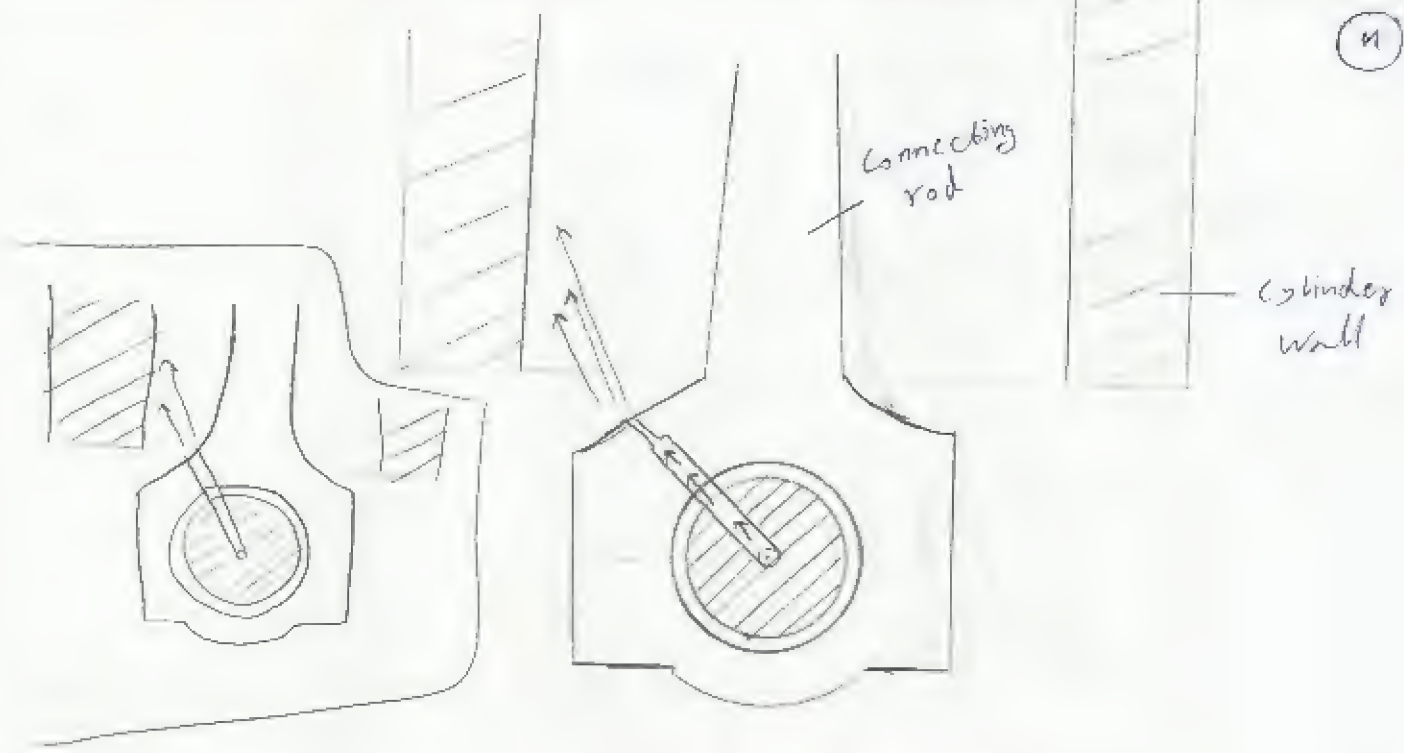


منظومة تزيت بالكام

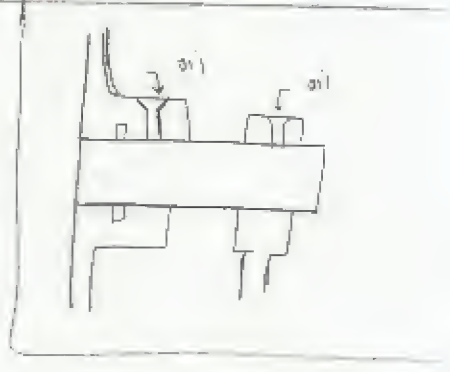
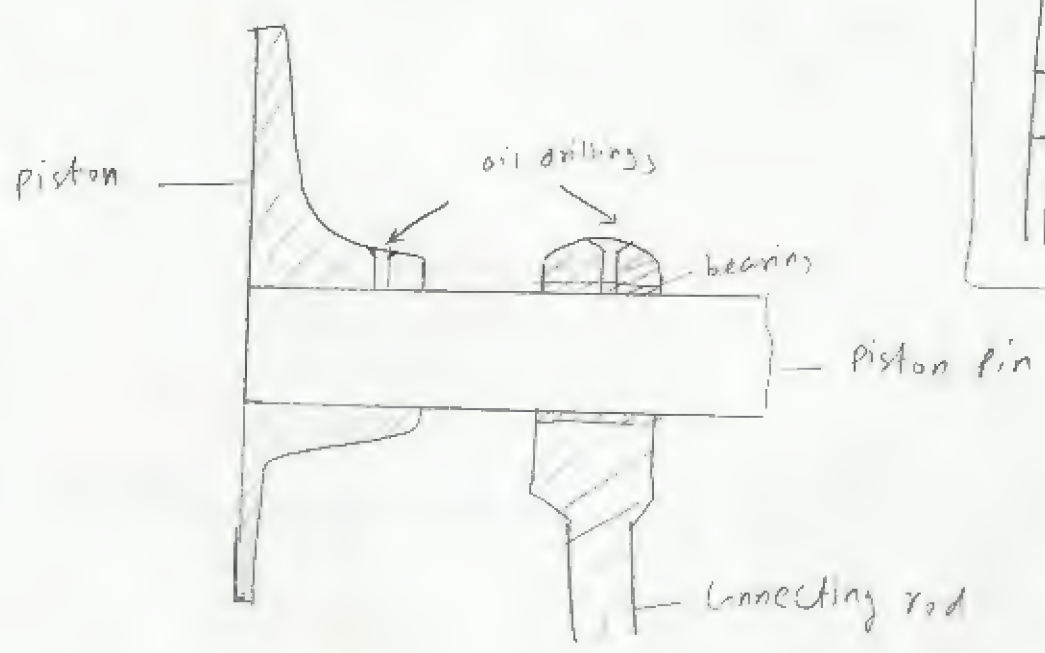


المنظومة الترسية

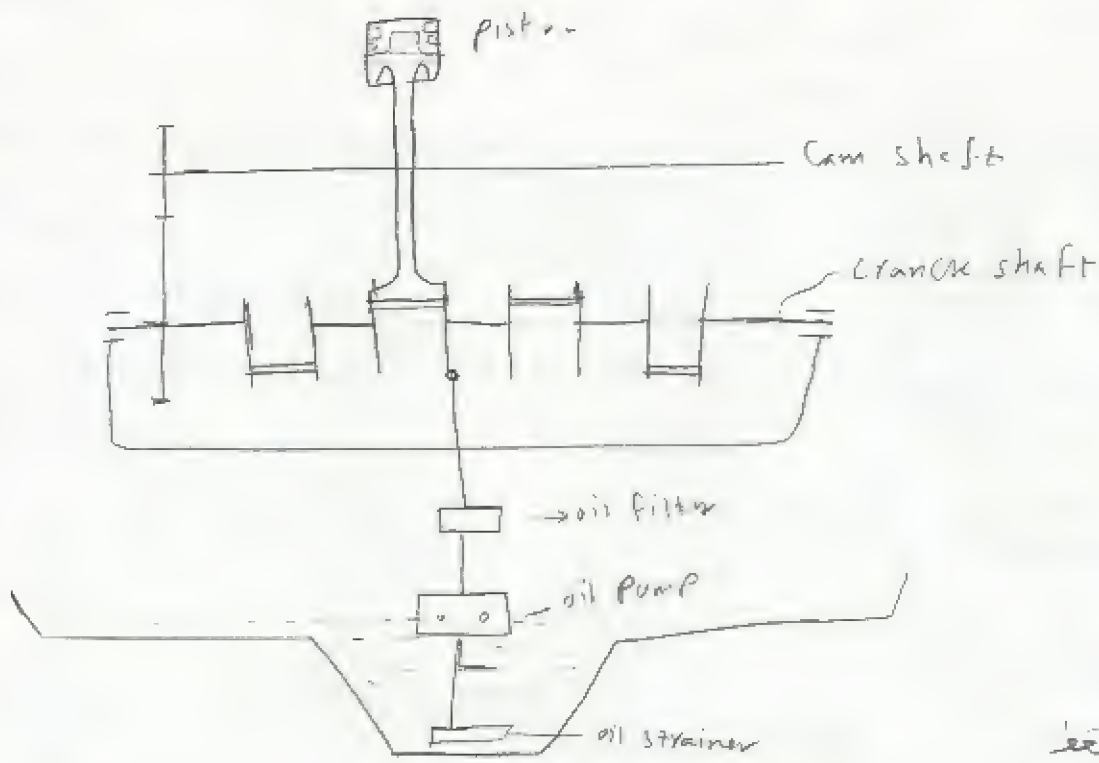
لأنها تستخدم سرعة عالية  
لأنها توفر معدل تدفق صغير ومنتظم



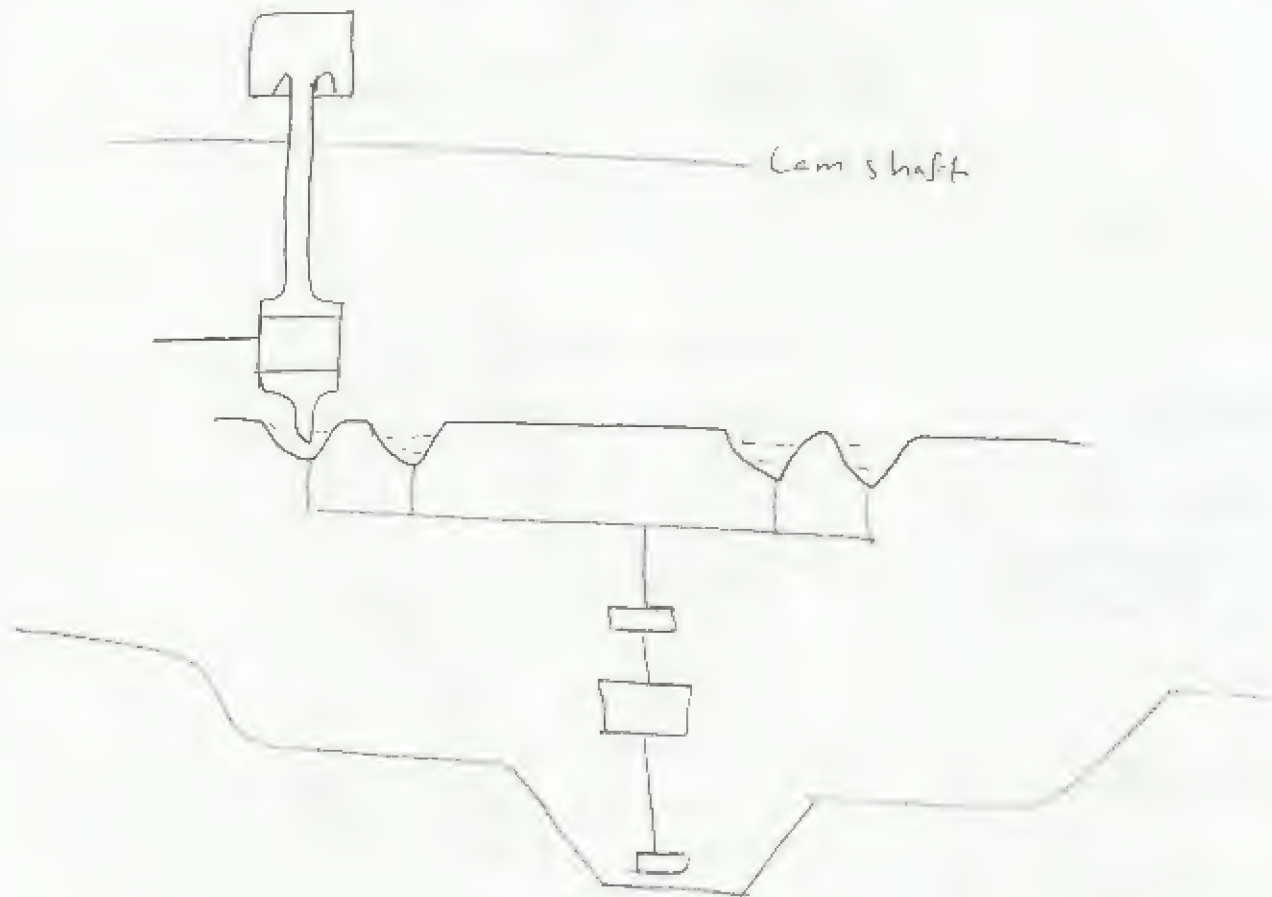
توضيح جدار اسطوانة الحركة



توضيح تزيت المكسبة (توضيح التزيت للمحرك)



نظام التزييت

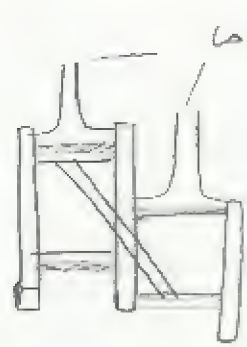


نظام التزييت

مكونا دائرة التزييت؟

- ① حوض الزيت (oil sump) (المكارتير)
  - ② المرشحات (strainer) : تعمل على احتجاز الشوائب ذات الأبعاد الكبيرة نسبياً
  - ③ مضخة الزيت (oil Pump) : تدفع الزيت خلال مسارات وميكانيكيات من أجل
- في الحركات الكبيرة يتم ادراجها بحركة متعطل حيث يتم ادراجها قبل بدء دوران المحرك .





connecting rod



main bearing

يُدفع الزيت خلال

ثقب فرادة الكرس

ليصل الى العمود

لنساب خلال الخلوحة

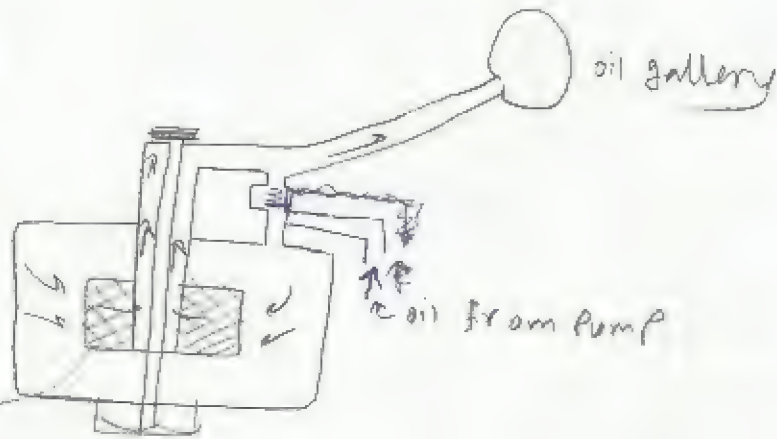
بما هو المرفقة والنهائى الكبرى

لذراع التوصيل .

تقوى لوصول الزيت  
للتقبة الرئيس

تزيت عمود المرفق  
والنهاية الكبرى لذراع التوصيل

فلتر الزيت يستخدم لتفقيه  
زيت التزيت من الشوائب



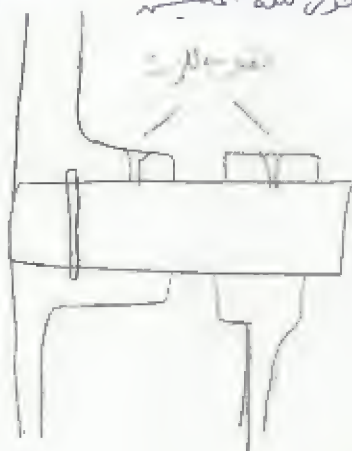
oil gallery

oil from pump

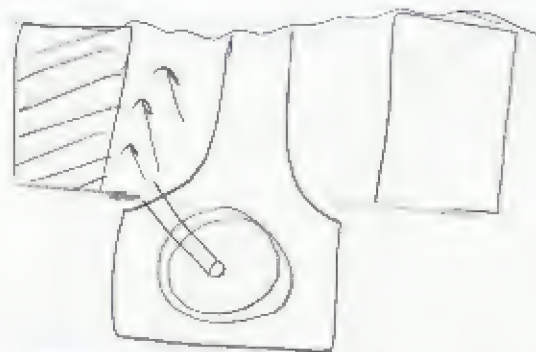
filter  
element

تزيت البنز والنهاية الصغرى لذراع التوصيل

يصل الزيت عن طريق تقوى  
اصداق النهاية الصغرى لذراع التوصيل  
والاخيرة كتلة المكسبة



تقوى الزيت



تزيت الاسطوانة وهد راسها

لستخدام رشاشه من الزيت المندفع خلال فوهه موجوده على جانبي  
النهاية الكبرى لذراع التوصيل كما بالشكل ويجه الزيت الى مدار الاسطوانة  
وبلا ضمانة هناك ساقه بيه حركة المكسبة واتجاه رشاشه الزيت  
فمنه ما يتحرك المكسبة الى اليمين وبعدها مدار الاسطوانة من جهة  
العمود الكرانك وبعدها تقوى المكسبة حركته لا سفل يكون مدار الاسطوانة  
قد تم تزيتها بالكامل. لاحظ انما وهبوط المكسبة تقوم شفط الزيت  
بعل انزاله لطبقة الزيت حتى لا تخرقه وينج تومعه الزيت ناهية بنز المكسبة تزيت

تزيت البنز  
والنهاية الصغرى  
لذراع التوصيل

## الشحن الجبري والكسح

Supercharging and scavenging

$$\frac{\text{Power}}{\text{وزن}} = \text{وزن نوع}$$

$$\frac{\text{Power}}{\text{Volume}} = \text{خرج نوع}$$

\* متى الاحتكاك يزداد مع السرعة تزداد ؟

في حالة احتكاك طبقات الزيت ببعضها (hydrodynamic)

\* متى الاحتكاك يقل مع السرعة تزداد ؟

في حالة الـ *mixing lubrication*

\* راجع ص 97 في الكتاب (٢٥)

\* متى الاحتكاك يزداد

\* الشحن الجبري يتم للمحرك في الدائري بينما الكسح لطائرات العادم يكون في المحركات الثنائية لأنه الوقت المتاح لدخول الشحنة صغير

\* أساليب رفع القدرة النوعية للمحرك

١- تحقيق أفضل انسياب للشحنة الداخلة للمحرك كذلك لخارج العادم

الخارجية منه عن طريقه \* يقل سطح جمع الشحنة و العادم

\* تقصير مسارات المرور

\* زيادة عدد الصمامات

٢- رفع نسبة التغطاط للمحرك مع رفع رقم الاوتمان

٣- خفض القدر الاحتكاك عن طريقه خفض قوى القص للكسب باستخدام

مواد تقيس أخف وزن

٤- ضبط توقيت الشر وتوقيت فتح وغلق الصمامات إلكترونياً مع ظروف

تشغيل المحرك

٥- استخدام منظومات الحقن الإلكتروني للوقود

٦- رفع ضغط الشحنة الداخلة للمحرك باستخدام مضاطف لزيادة كثافة الهواء

الداخلة للمحرك جبرياً مما يكتسب لزيادة كثافة الوقود .

\* زيادة الخروج النوعي للمحرك احتراقه داخل تنطيط زيادة كثافة المواد الداخلة للمحرك في هذه الزمنية

حتى تستطيع زيادة كثافة الوقود الداخل للاستطاعة وتحقيقه زيادة كثافة المواد

ج ① زيادة سرعة الدوران ② رفع كثافة الهواء الداخل للمحرك باستخدام التسخين الهوائي من طريقه مضاطف

معيوب زيادة سرعة الدوران في الصفحة التالية .

\* تصنيف زيادة المزج النوعي للمحرك عند سرعة زيادة سرعة الدوران

\* عيوب زيادة أقصى سرعة للدوران

زيادة قوى القصور التي يتعرض لها أجزاء المحرك

حيث زيادة سرعة الدوران تعني زيادة عدد الدورات الحرارية التي تتم في وحدة الزمن ويتربط على ذلك

١- زيادة الاهتزازات

٢- انخفاض الكفاءة الميكانيكية نتيجة زيادة الاحتكاك

٣- انخفاض الكفاءة الحجمية لأنه لا يوجد وقت متوافر للسحب و يؤدي هذا الانخفاض في الكفاءة الحجمية

إلى انخفاض الكفاءة الحرارية و الضغط المتوسط الفعال.

\* أساليب الشحن للمحرك

١- الشاحن الميكانيكي

mechanical supercharger

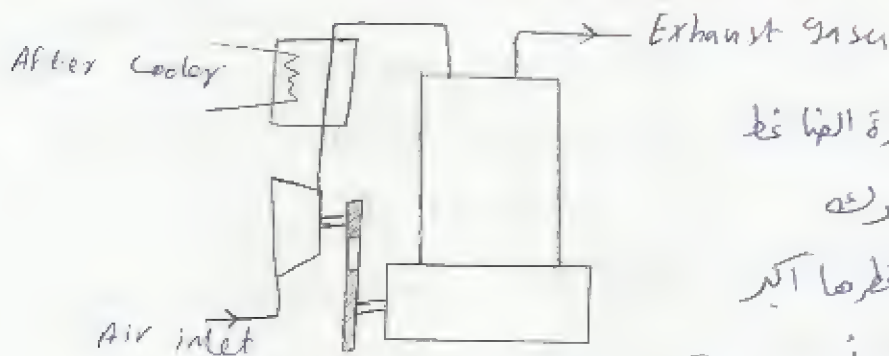
٢- الشاحن التوربيني

Turbocharger

٣- الشاحن الضغطي

pressure wave supercharger

١- الشاحن الميكانيكي



\* لاحظ في هذا النوع يتم إدارة الضاغط بواسطة عمود المرفعة للمحرك حيث تلامس عمود المرفعة قطرها أكبر منه تلامس الضاغط بمعنى أنه سرعة الضاغط أكبر من سرعة عمود المرفعة

\* لاحظ أنه الضاغط يتم فيه إجراء انترتروبي أو ادبائيك بمعنى يزيد الضغط ويزيد درجة الحرارة وتقل الكثافة لذا تنقل إلى تبريد المزج لأنها تزداد الكثافة مرة ثانية

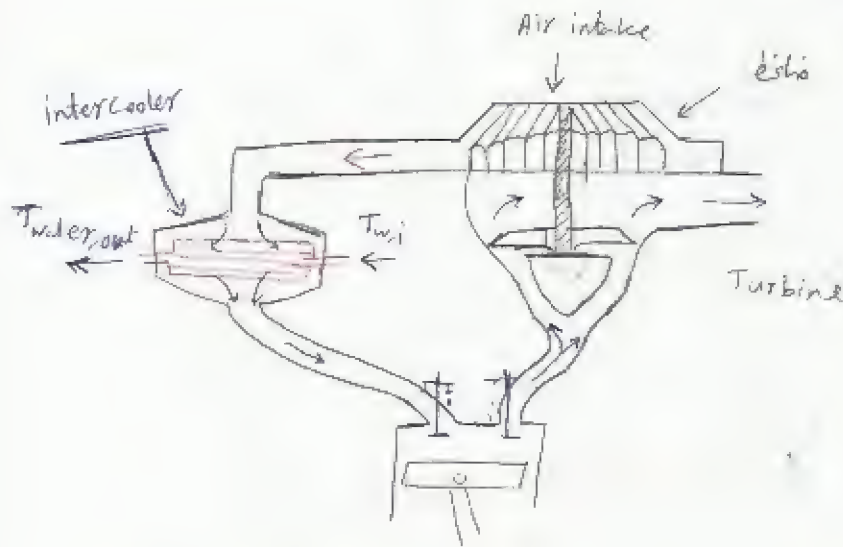
كل صاحب الكثافة لذا تزداد الكثافة مرة ثانية



(3)

## ٢- الشاحن الترسيني

وضيه يتم ادارة الضاغط عند طريقه توربينه غازي يدار بواسطة غازات العادم الخارجة من المحركه



مميزاته

- ① سرعة عالية جداً
- ② صوته عالي جداً

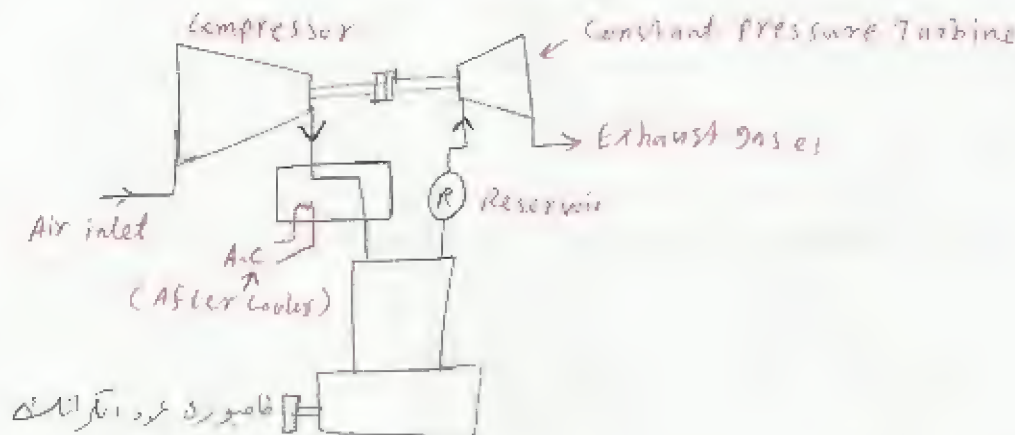
يحتاجه الشاحن الترسيني فتح صمام العادم مبكراً حتى تكون مواصفات غازات العادم مناسبة لتوليد قدرة مناسبة ليدارة الضاغط بالمواصفات المطلوبة.

وكما هو معلوم تخرج غازات العادم من المحركه على شكل نبضات تعتمد على سرعتها على عدد اسطوانات المحركه وسرعته بالتالي يتطلب توفير ظروف

تشغيل ثابتة للترسنيه، وجود خزانه ذو ضغط ثابت نجمع فيه

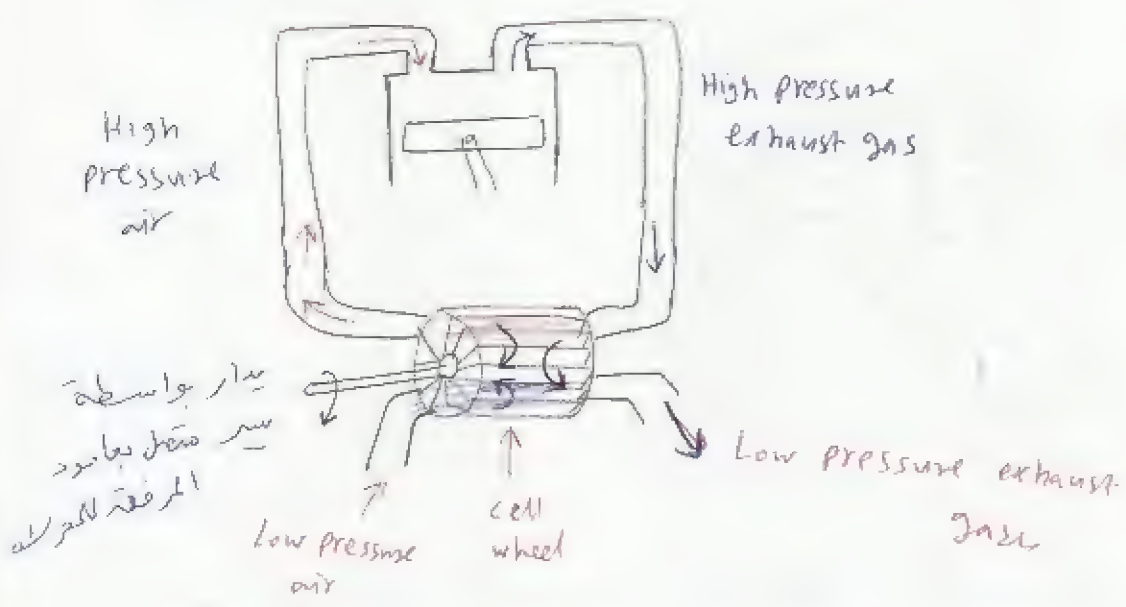
غازات العادم قبل دخولها للترسنيه كما بالشكل التالي

وسمين شاحن توربين ذو ضغط ثابت



{ شاحن توربين ثابت الضغط }

### ٣- الشاحنات الضغطية Pressure wave supercharger



هذا النوع من الشحن الجبري لا يحتوى على أى من الضاغط أو التوربينات  
و تعتمد نظرية عمله على ما هو معروف من اجراء خلط الغازات حيث أنه في حالة  
خلط غازين أحدهما منضغط أعلى من منضغط الآخر فإنه تساوى الضغط بين  
الغازين يكون أسرع من اجراء المزج بينهما لأنه موجة الضغط تنتشر بسرعة  
انتقال الصوت في كلا منهما.

- ① سرعة دوران قلب الشاحنة .
- ② درجة حرارة الغازات الداخلة له .

### انواع الشاحنات الميكانيكية أو انواع الضواغط في الشاحنات الميكانيكية

#### 1- Centrifugal super charger or compressor



#### 2- Root super charger or compressor



#### 3- screw super charger or compressor



## Supercharger, Turbocharger

وزنه خفيف

تأخذ القدرة اللازمة لإدارة الضاغط من غازات العادم

عيوبه

① لازم نفتح صمام العادم مبكراً كما شرحنا سابقاً

② عند بداية التشغيل يكون ال Load سرعته منخفضة

فلا يستطيع التشغيل .

\* مشكلة الضاغط

\* الضغط الذي داخل الضاغط اعلى من الضغط المطلوب لذا يدخله خارج

الضاغط على حجم بحيث يضغط الضغط عند حجم معين أو نعمل للضاغط

by Pass حيث نفتح لما الضغط يزيد عند حجم معين وفي هذه الحالة

يسمح لكمية هواء بالمرور للمحرك بدون ضغطها في الضاغط .

\* مشكلة التربينه

① يعمل حيث للمكانه الواحده بعض يوجد بها

Supercharger + Turbocharger

تتأخر الشكلا في الصفحه التاليه

② يعمل ريشه توجيه للتربينه بحيث يغير في زوايا ريشه التوجيه

على حسب الضغط في حجم السحب .

\* مميزات وعيوب الشاحن التوربينى

\* القدرة الى صاعدا Compressor تأخذ هامة غازات العادم

بشكل بسيط  
 $\eta_{\text{mech}}$  /  $\eta_{\text{comp}}$  افضل من  $\eta_{\text{turb}}$  /  $\eta_{\text{comp}}$

\* التلوث يقل بمعدل 10% في زيادته

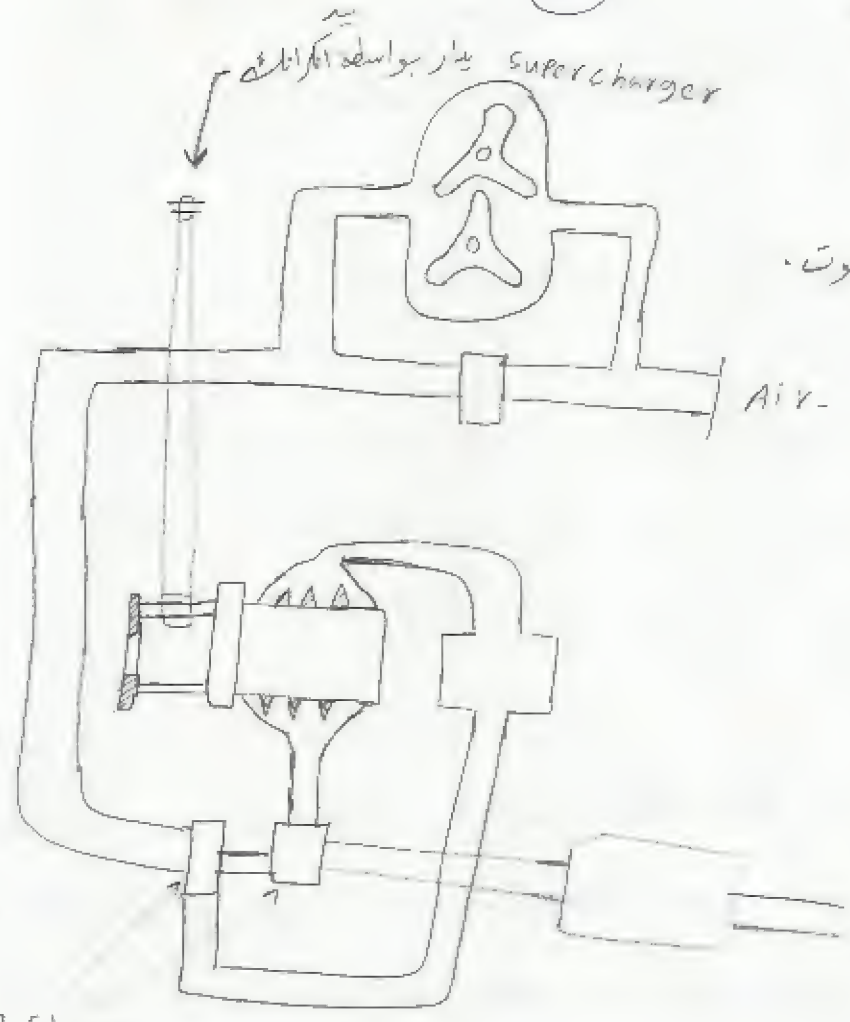
عيوبه

① انما قطر لفتح صمام العادم مبكراً قليلاً ② استجابته بطيئه لتغير الحمل



6

الضغط المتزايد نظرًا لفصل  
 شاحنة في الاستجابة  
 لتغير الحمل  
 حيث يتقل الضغط من  
 الغازات في الهواء بسرعة الصوت.



Turbo charge

الضغط المتزايد نظرًا لفصل شاحنة في الاستجابة

جهاز يوضع على محرك الاحتراق

mechanical supercharger + Turbo charge



كيفية التحكم في الترس

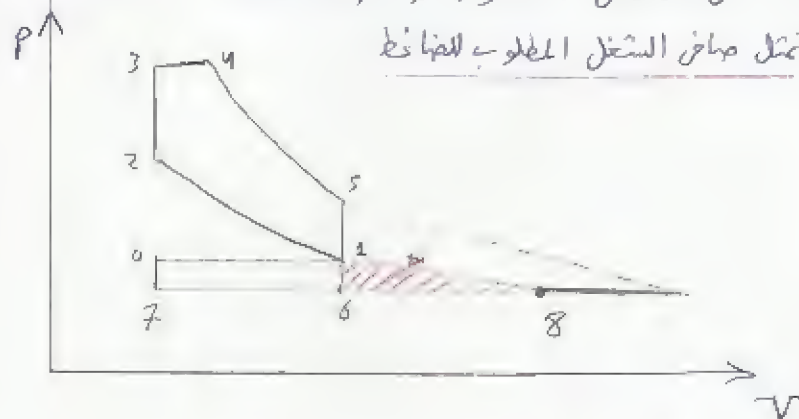
يكون ذلك عن طريق عمل ريشته

لما نفتحها نكبر الترسين ، لما نغلقها نضيق الترسين

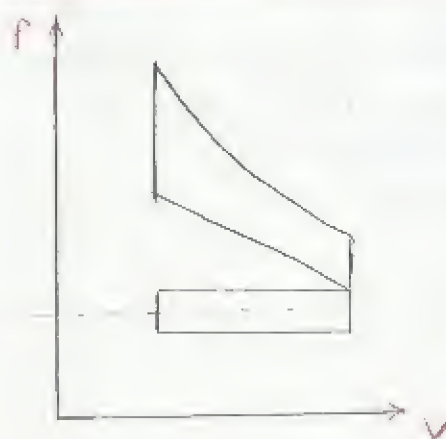


## الشغل المطلوب لإدارة المضاغط

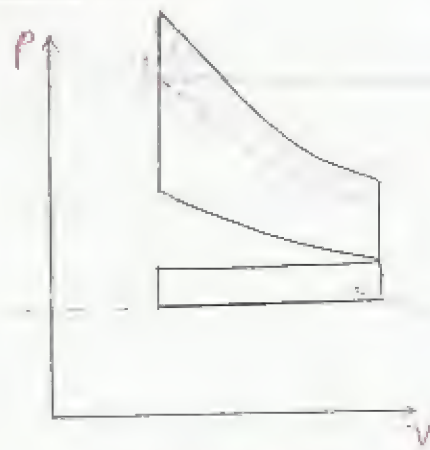
- المحاجه 1-8-7-6 ← تمثل الشغل المطلوب لإدارة الشاحنه  
 المحاجه 1-6-7-6 ← تمثل الشغل المنقول من المضاغط للهواء معين الشغل الذي الحركة استقرده تاني  
 المحاجه 1-6-8 ← تمثل صافي الشغل المطلوب للمضاغط



مقارنه بين دورتي لنفس الحركة ولكن احدها مشحونه والاخر غير مشحونه



حركة غير مشحونه



حركة مشحونه

الزيادة في الشغل  
 في نفس وقتنا و  
 اكثر

لا بد  
 الشغل الذي  
 تلتزم به  
 وضروره الشغل الذي استقرده الحركة من ثانيه في الدورة العيانية

ن اقل مقدار ~~المطلوب~~ المثلث الصغير باعتبار Air-standard

هو لا تقيد في القياسيه حيث لا يوجد وقت

\* يوجد شغل مستفاد كما وضخا في الراس لو كانت Air-fuel

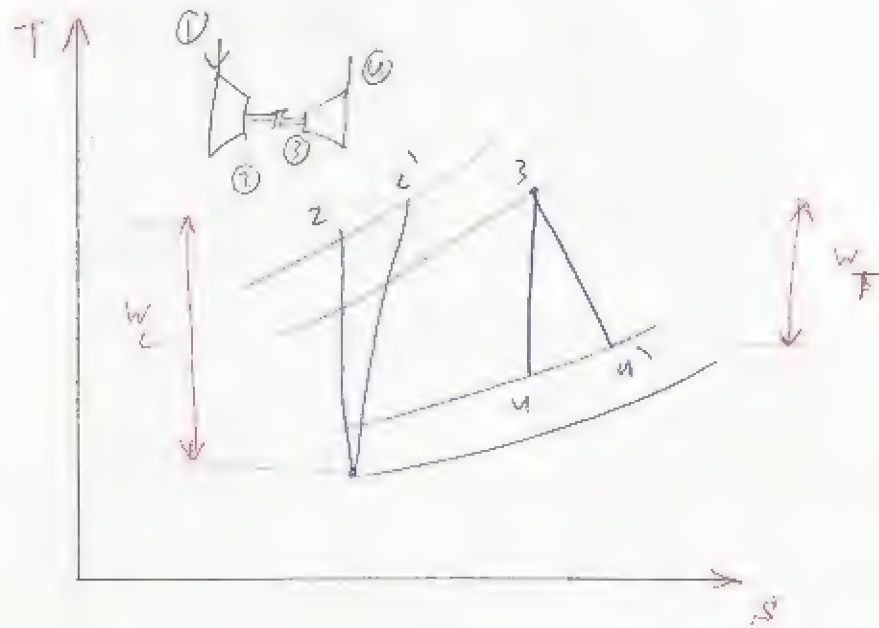
حيث تدخل هواء اكثر فيزداد امكانيه حرقه وقرود اكثر

بينما لو اعتبرناهم دورة هواء قياسيه فهذا لانه يفيد حيث

لا يوجد وقت اطلاق

القدرة المطلوبة لإدارة الضاغط

(15)  
أصغر التناوب  
103 / 104  
لرابعة التوازي  
الخامسة بعد الرسم



مثال محلول  $\Rightarrow$  مثال جديد

لا حظ فيه فروض في الـ data المكتوبة.



ملحوظات إضافية

- \* عدم المل بالرمام
- \* الاجابة منه المين للسيار
- \* لابد من كتابة القانون اولاً ثم المعلوم والمجهول وبعد انساب المجهول
- \* لابد من كتابة القوانين وكذلك كتابة التعويض في القوانين ولا ينسب الاجابة بالسرعة

## مقارنه بين الشحن الجوى لمحركات ديزل وبنزين

ملحوظة

ما ينفست شحنة محرك البنزين منض الممتسبه التي شحنة في محرك الديزل  
لأنه درجة حرارة وضغط بداية الانضغاط متزايدة فيؤدي حدوث مفع

## II الشحن الجوى لمحركات بنزين

- \* استخدام الشحنة الجوى للمحركات يؤدي الى ارتفاع ضغط ودرجة حرارة بداية اجراء الانضغاط مما يؤدي بالنسبة لحركات الاشغال بالسرعة الى زيادة سرعة انتشار رموجة اللهب وتحقيق زمنه عطلة الاشتعال للوقود مما يترتب عليه زيادة احتمال حدوث المفع المنفع لذلك
- \* يعتمد استخدام عملية الشحن لمحركات البنزين على محركات الطائرات والسيارات التي تتطلب تشغيلها في المناطق عالية الارتفاع عنه سطح البحر وذلك لانخفاضه الضغط الجوى كلما ارتفعنا لأعلى
- \* يمكن شحنه أي نرفع ضغطه كما لو كان ضغط الدفول مساوياً للضغط الجوي
- طرقه شحنه محرك البنزين ثلاثة طرقه:
  - ① خفض نسبة الانضغاط بالتالي خفضه إمكانية حدوث مفع
  - ② تشغيل بوقود رقم اوكتان عال
  - ③ تقليل درجة الحرارة عنه طريقه استخدام مبرد هواء
  - ④ استخدام الاشغال الاكثر وفي
  - ⑤ دوران المحرك بنسب انضغاط مختلفه (VCR) التي سترسمها في الباب الاخير

[2]

كيف ترى الحركات الحديثة ؟

لا مظهر في الحركات القديمة كان يعمل تسخين على الهواء والوتود بعد خلطهما

في الكاربوراتر بينما في الحركات الحديثة يتم عمل تسخين على

الهواء الداخل للكاربوراتر فقط لأننا نستخدم الحقن الإلكتروني

الشحنة الجري الحركات الاعمال بالاستعناظ (دليل)

[2]

على عكس حركات البنزين فإنه عملية الشحن الجري لحركات الديزل تحسن

من إجراء الحريق حيث يوجد ارتفاع درجة الحرارة والضغط في بداية إجراء

الاشتعال إلى قصر فترة لحظة الاشتعال وهذا يؤدي

إلى تحسين مقاومة المحرك للثقل

بالتالي يمكننا من استخدام وقود ردي من درجتي المحرك دون حدوث مشكلة

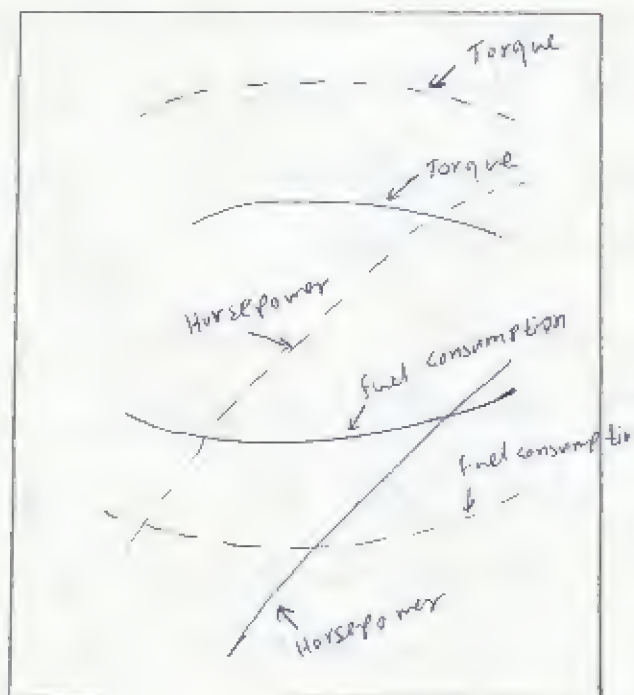
هل دائما تستخدم مبرد بعد الضاغط

يلزم إضافة مبرد بعد الضاغط في حالة المبالغة في الشحنة

أثر الشحنة الجري على أداء محرك الديزل

سؤال على هذه الرسم  
أية ملاحظة التورغم

هل هذه الرسم محرك مكاني أم غير ؟



لا مظهر حالة الشحنة  
القدرة زادت والوزن زاد  
يمكنه يقل استهلاك الوقود

engine speed

منحنيات الأداء لمحرك شاحن (خط منقطع) وبدون شاحن

# الكسح في المحركات الثنائية

هل المحركات الثنائية ليس من الممكن تسخينها أم أنها مشحونة دائماً ؟

نعم ، المحركات الثنائية مشحونة دائماً لأنها حول القدر الكبير يرفع ضغط الشحنة.

$$108 \text{ مليم} + \frac{106 - 107}{108}$$

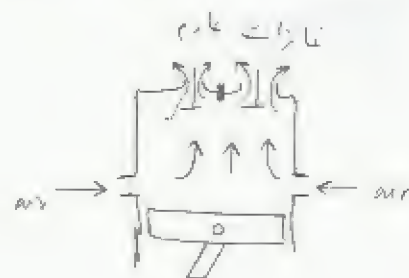
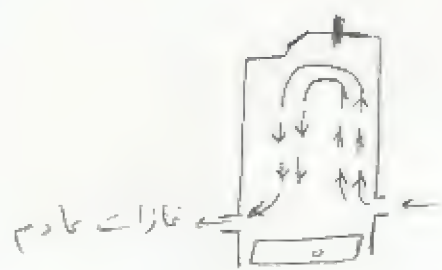
ط ٢٠٠

ط ٢٠٠

## أساليب الكسح

① كسح السويات المتعامد Cross Flow

② كسح السويات ووحيد الاتجاه Uniform flow



Uniform flow

الشحنة تدخل من فتحة الدخول وتغنيهاً بها الغازات العادم على شدة كده سنلاحظ انهم طرد جزء من الشحنة مع غازات العادم كما في حالة الموتو سيكل

\* الهواء يدخل ويخرج العادم من صمامات المدخل الاسطوانة

حركة الهواء داخل الاسطوانة متعامدة مع اتجاه دخول الهواء واتجاه خروج ~~الهواء~~ غازات العادم



## المحركات ثنائية الأشواط

محركات ذات كسح منفصل

محركات ذات كسح عبر علبة الحرفق

ميزاته

x بسيطة التركيب

عيوبها

x تستخدم فقط في التطبيقات الصغيرة  
تطراً في انخفاض الكفاءة الميكية  
لأنها وكذا لثقل انخفاض الضغط  
المتوسط الفعال

x يستخدم منفذ blower

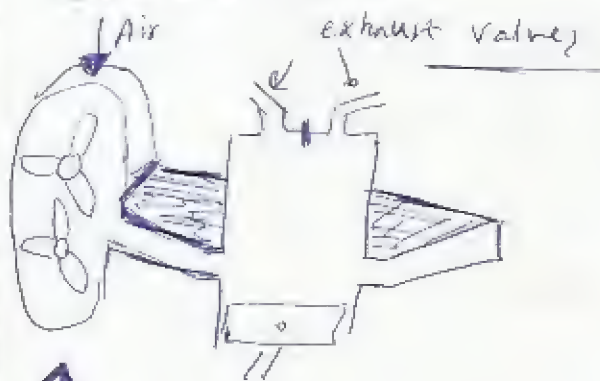
لرفع الشحنة

للحرق وسيتم اللصاقه

اللازمه لادارتها من

المحرك نفسه أو

من مصدر خارجي



Blower

مفناخ

لعمل الشحنة

1- نسبة التسليم ( $R_d$ ) delivery Ratio

هو النسبة بين كمية الهواء في محرك الديزل أو كمية الشحنة في محرك بنزين  
الفعليه  $m_i$  الداخلة للمحرك وكمية الهواء أو الشحنة المرجعية  $m_{ref}$  التي  
تشغل حجم الشوط ( $V_s$ ) للمحرك عند ضغط ودرجة حرارة الهواء المحيط  
\* لاحظ ان هذا التعريف هو نفسه تعريف الكفاءة  $\eta_s$  للحمية للمحرك راجع الاستطاعة

$$R_d = \frac{\text{mass of fresh charge delivered per cycle } (m_i)}{\text{reference mass } (m_{ref})}$$

$$m_{ref} = V_s \rho_{ref}$$

$$\rho_{ref} \rightarrow \text{at } P_{atm} \text{ و } T_{atm}$$

\* لاحظ ان  $R_d$  لا بد ان يكون اكبر من الواحد الصحيح بسبب الفناظ ~~هنا~~

\* لاحظ ان الحجم ثابت في كل الحالات

2- نسبة التسليم scavenging :  $R_{sc}$ 

هو النسبة بين معدل تدفق الهواء أو الشحنة  $m_i$  الفعليه الداخلة للمحرك ومعدل تدفق  
الهواء أو الشحنة  $m_{ideal}$  النظرية التي تشغل حجم الاسطوانة عند ضغط خروج غازات  
العادم ودرجة حرارة دخول الهواء أو الشحنة إلى المحرك

$$R_{sc} = \frac{\dot{m}_i}{\dot{m}_{ideal}}$$

\* لاحظ ان المقام عند ضغط غازات العادم ودرجة حرارة الشحنة التي داخله الان في

الخلاص ان جزءه ضغط كبير وضغط صغير فانه الجزء بأفد قيمة الضغط الكبير

(5)

(ثبات  $P_0$ )

$$\dot{m}_{ideal} = p V n$$

ضغط غازات العادم

$$p_{air} = \frac{P_{ex}}{R T_{i'}} = \frac{P_e \mu_{i'}}{R_{mole} T_{i'}} \quad \text{where} \quad R = \frac{R_{mole}}{\mu_{i'}}$$

ص: الكثافة عند درجة الحرارة للدخول للمحرك و ضغط غازات العادم

V: الحجم المتاح للمحرك

$P_e$ : ضغط كسح غازات العادم

n: سرعة دوران المحرك الثابت

$\mu$ : الوزن الجزيئي للهواء أو الشحنة الداخل للمحرك

$$\mu_{i'} = \frac{m_{i'}}{N_{i'}} = \frac{m_{air} + m_{fuel}}{N_{air} + N_{fuel}} = \frac{m_{air} (1 + \frac{m_{fuel}}{m_{air}})}{N_{air} (1 + \frac{N_{fuel}}{N_{air}})} = \frac{29 (1 + \frac{m_{fuel}}{m_{air}})}{(1 + \frac{N_{fuel}}{N_{air}})}$$

$$\mu_{air} = \frac{m_{air}}{N_{air}} = 29 = \mu_{air}$$

$$f = \frac{m_{fuel}}{m_{air}}$$

$$\frac{N_{fuel}}{N_{air}} = \frac{m_{fuel}}{\mu_{fuel}} \times \frac{\mu_{air}}{m_{air}} = \frac{29}{\mu_{fuel}} \quad \frac{m_{fuel}}{m_{air}} = \frac{29}{\mu_{fuel}} f$$

$$\therefore \mu_{i'} = \frac{29 (1+f)}{(1 + \frac{N_{fuel}}{N_{air}})} = \frac{29 (1+f)}{(1 + f \frac{29}{\mu_f})}$$

$$V = V_c + V_s = \frac{V_s}{r-1} + V_s = (\frac{1}{r-1} + 1) V_s = (\frac{r}{r-1}) A_p L_{st}$$

$$\therefore \dot{m}_{ideal} = \frac{P_e \mu_{i'}}{R_{mole} T_{i'}} V n$$

$$\therefore R_{sc} = \frac{\dot{m}_{i'}}{\dot{m}_{ideal}}$$

$R_{sc}$



$$R_{sc} = \frac{m_i}{\frac{P_e M_i}{R_{mole} T_i} V_n} = \frac{m_i R_{mole} T_i}{P_e M_i \left(\frac{r}{r-1}\right) A_p L_{st} n}$$

أكل الانبعاث من 110

هذا الانبعاث من

كفاءة الاحتفاظ بالشحنة (كفاءة الالتصاق)  $\eta_{tr}$  Trapping efficiency  
 أثناء عملية التكسح تخرج كمية من الشحنة مع غازات العادم المطرودة من المحرك  
 إلى خارج الاسطوانة و ~~يعبر~~ ~~مفصل~~ مصطلح كفاءة الاحتفاظ عنه  
 نسبة كتلة الشحنة الباقية داخل الاسطوانة بعد التكسح إلى كتلة الشحنة  
 الداخلة للاسطوانة المحركة

$$\eta_{tr} = \frac{m_i}{m_{actual}} \quad \eta_{tr} = \frac{m_i}{m_i}$$

كفاءة الشحن  $\eta_{ch}$  charging efficiency  
 هو النسبة بين الشحنة الباقية داخل اسطوانة المحرك إلى كتلة المرجعية

$$\eta_{ch} = \frac{m_i}{m_{ref}} \xrightarrow{\frac{m_i}{m_i}} \eta_{ch} = \frac{m_i}{m_i} \times \frac{m_i}{m_{ref}} = \eta_{tr} R_d$$

$$\eta_{ch} = \eta_{tr} R_d$$

#

# انبعاثات المحرك و تلوث الهواء

## Engine emission and air pollution

4-Pages

أضرارها - أضرارها - أساسية قياس نسبة كل منها - معالجة كلاً منها  
أساسية تخفيفها.

الفرق بين المعالجة والتخفيف في المعالجة يتم بعد خروجها من المحرك  
التخفيف في تقليل قدرتها من المحرك

### تركيب غازات العادم

1 - $CO_2$ ثاني أكسيد الكربون	2 - $CO$ أول أكسيد الكربون
3 - $N_2$ نيتروجين	4 - $H_2O$ بخار الماء
5 - $VBHC$ هيدروكربونات غير محترقة	6 - $NOx (NO, NO_2)$ أكاسيد النيتروجين
7 - Soot (الهباب) جزيئات الكربون العالقة	8 - lead مركبات الرصاص
9 - sulfur مركبات الكبريت	10 - Aldehydes مركبات الألدهيد

### (نماذج أكسيد الكربون)

- 1- يتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري
- 2- ينتج عن حرقه أي وقود هيدروكربوني
- 3- الاحتراق المثالي هو الاحتراق الذي يتم فيه حرق الكربون بالكامل وتحويله لـ  $CO_2$  وبالتالي لا يمكن خفض نسبة وجود  $CO_2$  في غازات عادم المحرك
- 4- تخفيض كمية الكتل المتصاعدة منه إلى الغلاف الجوي تتطلب تحقيق أكبر استفادة من الطريقة في إنتاج قدرة

(ملاحظة)

وبذلك الديزل كفاءة أعلى من البنزين

لـ 100 hp - 100 hp

يحتاجون 100 hp - 90 hp

أضراره: يتحد مع الهيموجلوبين في الدم ويعوق وصول الأكسجين إلى خلايا الجسم ويؤدي استنشاق هواء ملوثة بنسبة 5% بالحجم لمدة تقرب من الساعة إلى الوفاة

أسباب وجوده/

فيكون بهورة كبيرة في مرحلته البنزينية للأسباب الآتية:-

1) عدم تجانس الخليط 2) التقلص 3) حالة تشغيل المحرك (A/F)

أسباب وجوده في محركات الازل:

1) التقلص (ممكن اجماله فقط)

يأتي من المحركات تنبعث منه نسبة أعلى من أول أكسيد الكربون ولماذا؟

(الهيدروكربونات غير المحترقة (UBHC))

أضراره: 1) تسبب التهاب الحدا

2) تهيج الأغشية المخاطية

3) حساسية العين

4) بعضها يسبب السرطانات

أسباب وجوده بمحركه الانفعال بالكر:

1) عدم تجانس الخليط 2) حالة تشغيل المحرك 3) وجود اسطح بارده تؤدي لانخفاض كمية اللهب

4) وجود مناطق لا تعمل إليها كمية اللهب بين السطوح العلوية ومدار الاطوانه  
وكذلك في اركان الاطوانه



5) الترسبات على جدران الاسطوانة

6) فشل الاسطح في بعض الدورات

7) التسرب عبر الخلوص بين صمام العادم وقاعدته

8) فترة تداخل فتح الصمامات (overlap)

أسباب وجوده في مرحلته الانفعال بالضغط:

1) الترسبات على جدران الاسطوانة

2) التسرب عبر الخلوص بين الصمام وقاعدته

3) أثناء فترة تداخل فتح الصمامات

أي المحركات تنبعث منه نسبة أعلى من HC ولماذا؟

محرله البنزينية أعلى



## أكاسيد النيتروجين

### أضرارها /

- ١- هي أكاسيد سامة تؤدي التنفس بهواء ملوث بنسبة ٧٪ بالجمع لمدة نصف ساعة تقريباً إلى الوفاة
- ٢- تتفاعل مع بخار الماء الموجود بالجو منتجاً حمض النيتريك وهو ضار بالحياة النباتية عند هرقته تساقط الأمطار الحامضية
- ٣- يساهم في تكوين smog الذي يتكون من تفاعل  $NO$  الناتج أثناء احتراق  $NO_2$  مع الهيدروكربونات الموجودة في الهواء الجوي



ضباب دخانه

Smog + fog

Smog / هو كله مركبة من

و يتسبب في حجب الرؤية على الطرق

- ٤- تتفاعل ذرة الأكسجين (الناتجة من احتراق  $NO_2$ ) مع جزيء الأكسجين في الهواء الجوي منتجة غاز الأوزون الذي له أضرار عديدة على البيئة للإنسان كدائه في المحاصيل الزراعية.

أسباب وجود الأكاسيد النيتروجينية (العوامل التي تتوقع عليها)

- ١] درجة حرارة مرتفعة ،
- ٢] وجود الأكسجين بزيادة ،
- ٣] وقت كافٍ للتفاعل .

أياً من الحركات يبعث منه نسب أعلى من الأكاسيد النيتروجينية ؟

من علياً نسبة في بنزين درجة الحرارة مرتفعة وفي ديزل الأكسجين بزيادة وأما الوقت الكافي للتفاعل فيزداد كلما قلت سرعة الحركة وحالياً تمكين إنتاج محرك ديزل بدرجة عالية مما كانه قبل ١٠ سنوات وهكذا لا يستطيع تحديد أيها أفضل ،

## ذرات الكربون العالقة (الهباب) Soot

### أضرارها:

صحية الرؤية على الطرق

### أسباب وجودها:

في درجات الحرارة المرتفعة وفي ندرة الأكسجين تتفكك  
جزيئات الوقود إلى جزيئات أخف ويستمر هذا التفكك بشكل  
مثالي إلى أن نصل لذرات كربون نقي (Soot)

\* تتكوّن في محركات الديزل عند الأحمال المرتفعة وفي حالة تلف منظومات  
الوقود بعض حدوث تسبيل في الرشاش

\* لا يوجد Soot في محركات البنزين مطلقاً

## مركبات الكبريت Sulfur

### أضرارها:

تآكل أسطح المكبس والاسطوانة وتساقط الأمطار الحامضية

### أسباب وجودها:

تقابل الكبريت الموجود في الوقود في درجات الحرارة المرتفعة داخل اسطوانة  
المحرك مع الأكسجين منتجاً ثنائي أكسيد الكبريت فيتحطم  
الأكسجين الموجود في الهواء ويتحد ثنائي أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) الذي  
يتفاعل مع بخار الماء في الهواء الجوى ويكون الأمطار الحامضية.  
\* يكاد يكون كل المحركات الحديثة ليس بها كبريت مطلقاً.

## مركبات الرصاص Lead

أضرارها: يصبى الجهاز العصبي للإنسان وخاصة للأطفال حيث قد يصابوا بالتلف العقلي

سبب وجوده: توجد مركبات الرصاص في غازات العادم في محركات البنزين حيث

نستخدم مركبات الرصاص في تحسين خواص الوقود ورفع رقم

الاشتعال له

## مركبات الألومنيوم

تظهر في كل المحركات نسبة ضئيلة من غازات العادم وتزداد عند استهلاك الكحول الإيثيلي (الإيثانول) أو خليط  
منه مع الوقود التقليدي أضرارها له أثر ضار على الجهاز التنفسي  
لأنه يسبب التهاباً في الحلق والحنجرة

①

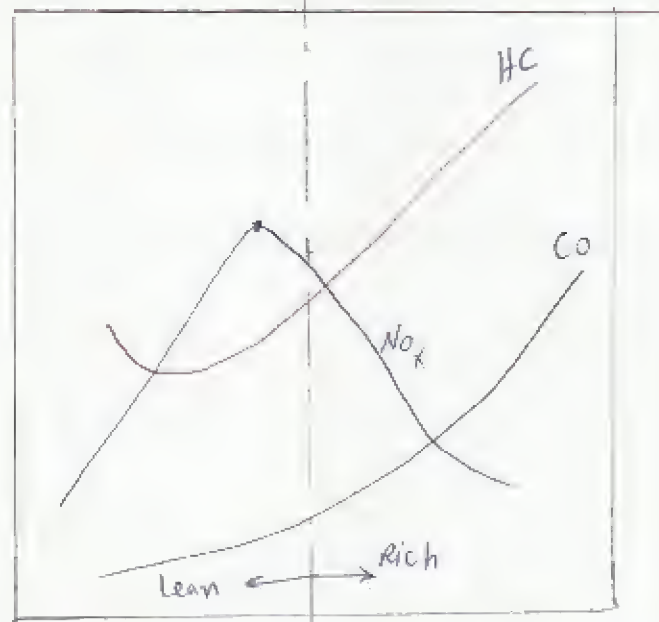
محاضرة 9

د/عومنة رشاد

- A/Aq3A is our goal.

⇒ 9-pages ⇐

أثر نسبة الهواء إلى الوقود على نسب مكونات غازات العادم.



equivalence ratio ( $\phi$ )

\* تزيد نسبة أول أكسيد الكربون في غازات عادم محرك الاحتراق الداخلي بزيادة قوة الخليط لانه بزيادة الوقود يزداد الكربون

\* كلما صغف الخليط تقل نسبة HC ولكنه اذا صغف جداً تزداد نسبة HC بسبب زيادة عدد دورات مثل الاشتعال

\* تركيز NO كانه من المحترقه يكونه في Rich و slightly حيث فيها درجه حراره اعلى ولكنه بخلاف الهيدار (الأكسجين) قل لذا يكونه اقل نسبة NO عند lean و slightly لانه بيا  $O_2$  تتوفر ودرجه الحراره مرتفعه نسبياً



الأكسجين أقل

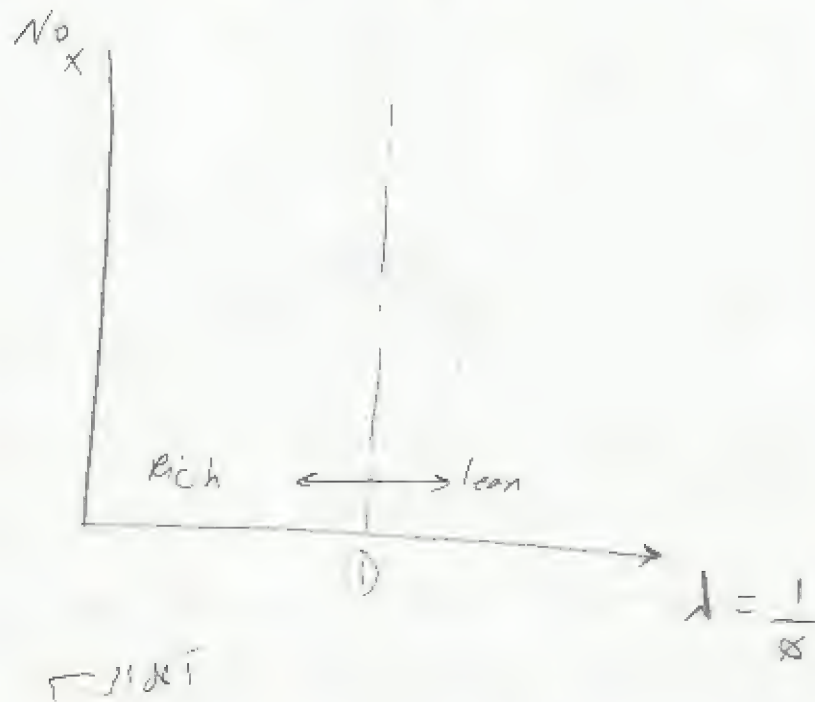
درجات الحرارة



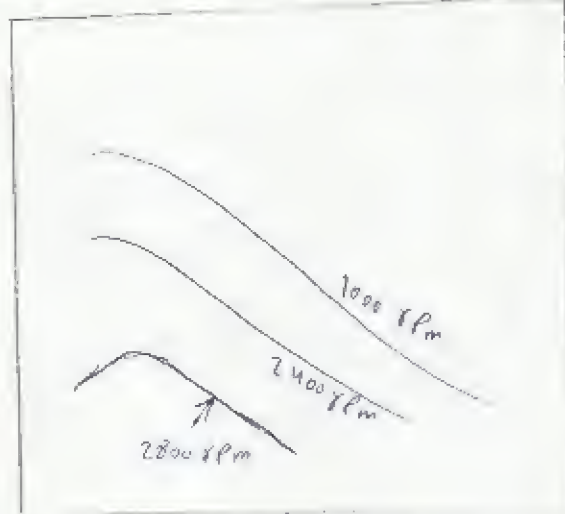
في الامتحان رجا يخلط الرسم السابق مع اولى

الحل

$\phi$				
$\lambda$				
$NO_x$				



$\frac{NO_2}{NO_x}$



bmeP

لاحظ اننا تزيد كالمساحة  
تقل لانه الوقت  
الكام للتفاعل يزيد كل  
ما تفل السرعة.

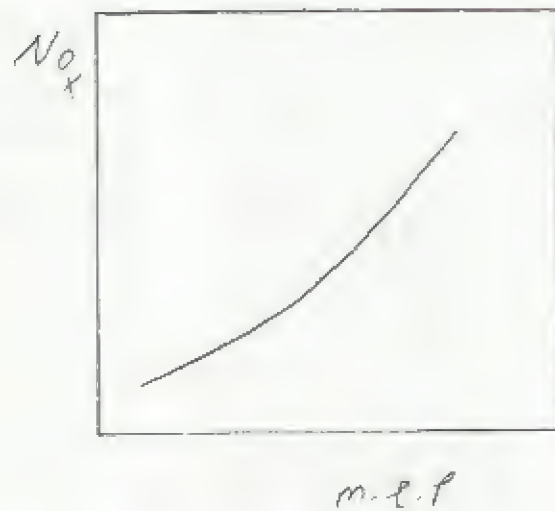
نسبة  $\frac{NO_2}{NO_x}$  كانه في حمل وسرعة المحرك

3) لا حظ في البنزين يكونه  $NO$  صغير جداً وعلمانه إهماله  
 بينما في الديزل تصل نسبته لـ 30% لذا لا يمكن إهماله

امتنان

أثر الـ m.e.p على الـ  $NO_x$  ؟

أثر الحمل على الـ  $NO_x$  ؟



قياس نسب مكونات غازات العادم

$CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $NO_x$ , Soot

\* قياس نسبة أول أكسيد الكربون

تستخدم أجهزة الأشعة تحت الحمراء في قياس  $CO$  و  $CO_2$  في غازات

العادم الجافة وتنقسم الأجهزة إلى نوعين

\* جهاز الأشعة تحت الحمراء غير مشتتة  
 Non Dispersive in Fra red (NDIR)

\* جهاز محور فورييه للأشعة تحت الحمراء

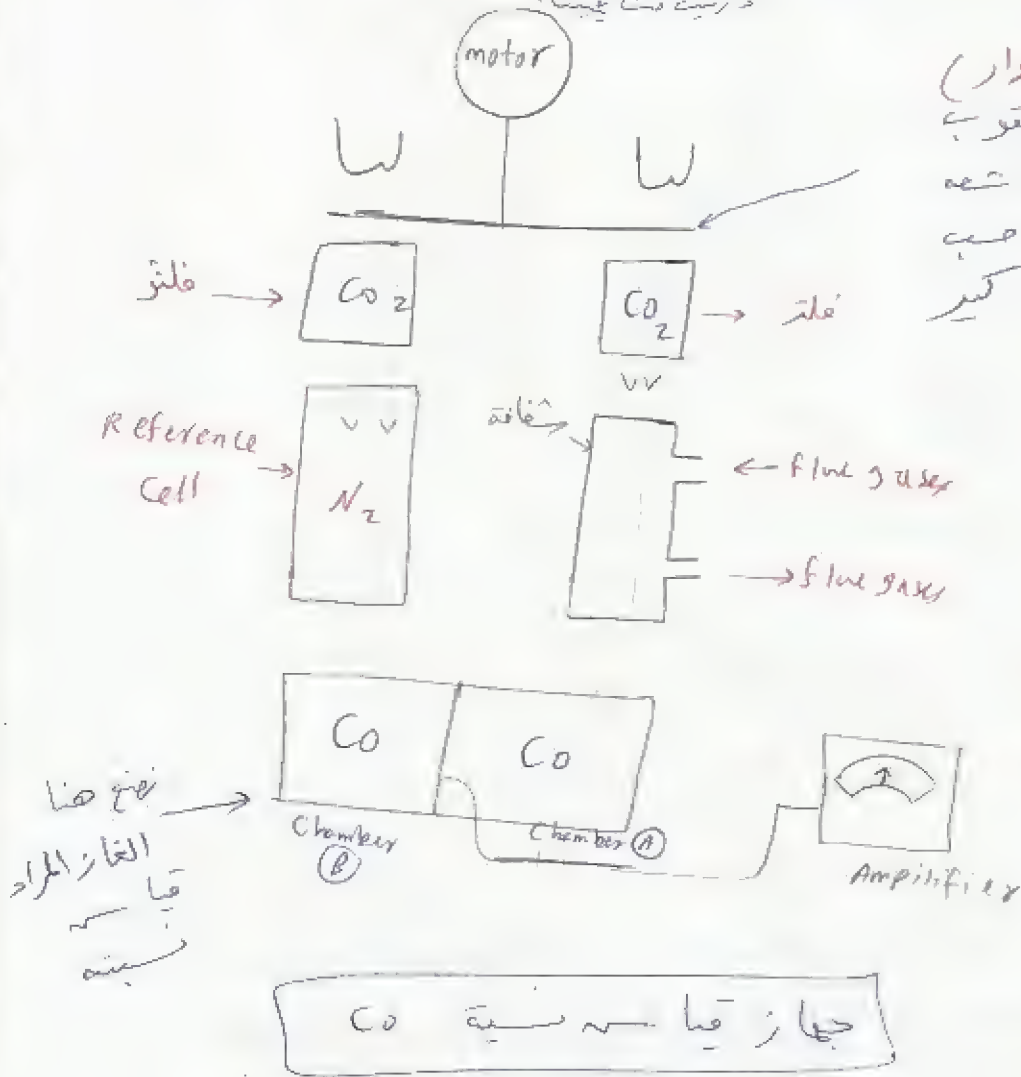
# \* جهاز الاشعة فوق الحمراء الغير مشبعة (NDR)

نظرية عمله / انه اي غاز يتكون من ذرات مختلفة يعتمد جزء من الاشعة تحت الحمراء على امتصاص اطوال موجية محددة من حزمة الاشعة تحت الحمراء

تحت الحمراء  $\leftarrow O_2$  لا يعتمد  $\leftarrow CO$  يعتمد

دائريته متساوية

(قرص دوار)  
قرص به شقوق  
للقلم في كمية الاشعة  
التي تسقط على  
هذا المحرك فيغير كبر



لا ~~تحتاج~~ نظراً لتداخل الطاقة التي يعتمد عليها  $CO$  مع  $CO_2$  فإتينا اذا كنا نقيس  $CO$  لابد نفتح  $CO_2$  في الفلتر حتى نفعل على قراءة صحيحة وبالمثل لو نقيس  $CO_2$  بالتالي لابد نفتح  $CO$  في الفلتر

(ملاحظة) ارس جهاز قياس نسبة  $CO_2$

نرس نفس الجهاز السابقه ولكن نفتح في الفلتر  $CO$   
ونفتح في الـ  $CO_2$  Chamber A, B

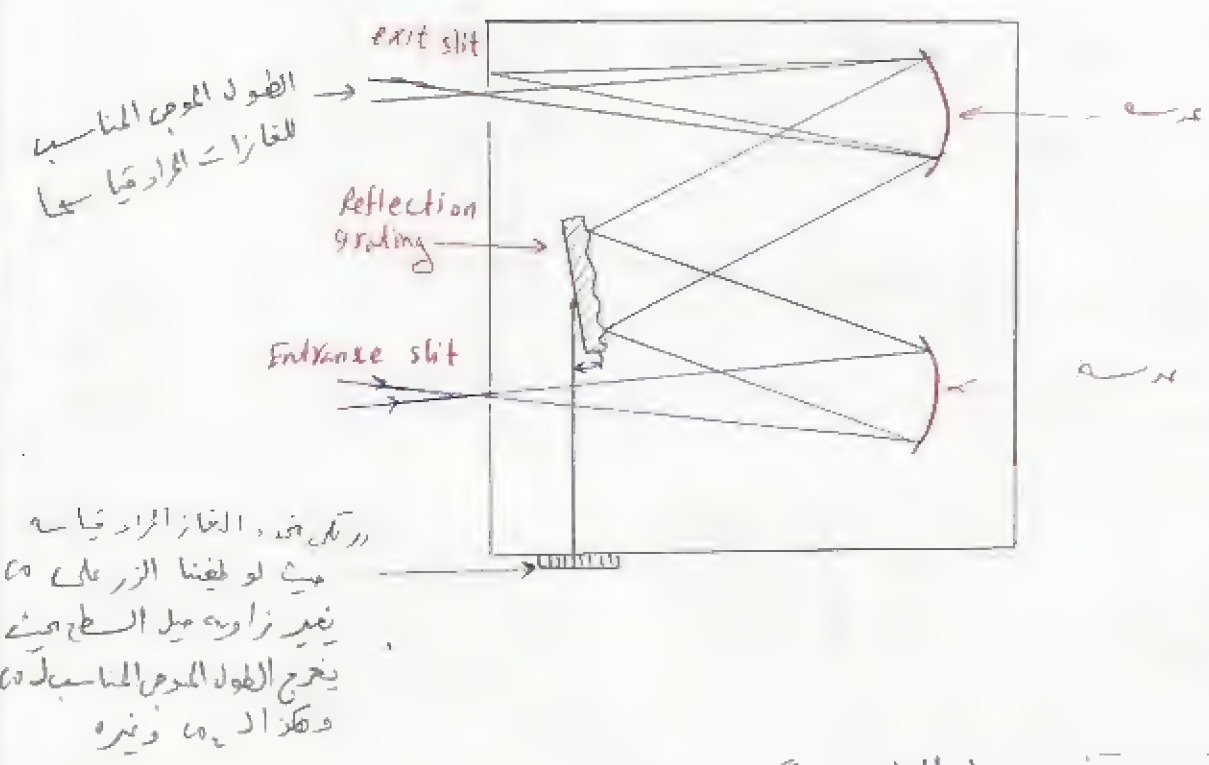


(6)

\* لاحظ أننا نفتح  $N_2$  في الـ Refractive cell لأننا لو سمحنا له بالمرور عبر الهواء فقد يكون الهواء به  $CO$  ،  $CO_2$  بالتالي يتسبب جزء منه الإشعاع مما يؤدي خطأ في القراءة.

\* هذا الجهاز يستخدم لقياس كل مكونات بخار العادم.

### \* فاصل الموجات المنوئية



وقد يستخدم هذا الجهاز بدلاً من الفلتر الذي كان في جهاز (NDIR)

\* كلا الجهازين يستطيعوا قياس أغلب مكونات غازات العادم فبالإضافة لـ  $CO$  ،  $CO_2$  فيمكننا قياس  $HC$  ،  $NO$  وغيرها ما عدا  $NO_2$  نظراً لتداخل الطاقة التي يمتصها  $NO_2$  مع بخار الماء بمعنى نزيل جزء بخار الماء الذي يمكنه يكتشف ويعمل انكسار للأشعة ولكننا لا نستطيع إزالة كل بخار الماء.

(8)

# قياس أكاسيد النيتروجين $NO_x$

١ - استخدام أجهزة امتصاص الأشعة تحت الحمراء

تستخدم هذه الأجهزة في قياس القيمة الإجمالية لـ  $NO_x$  شرط

تحويل  $NO_2$  إلى  $NO$  حيث لا إجراء هذا التحويل لا يميز

غازات العادم على انبوه درجة حرارتها مرتفعة وبها كربون

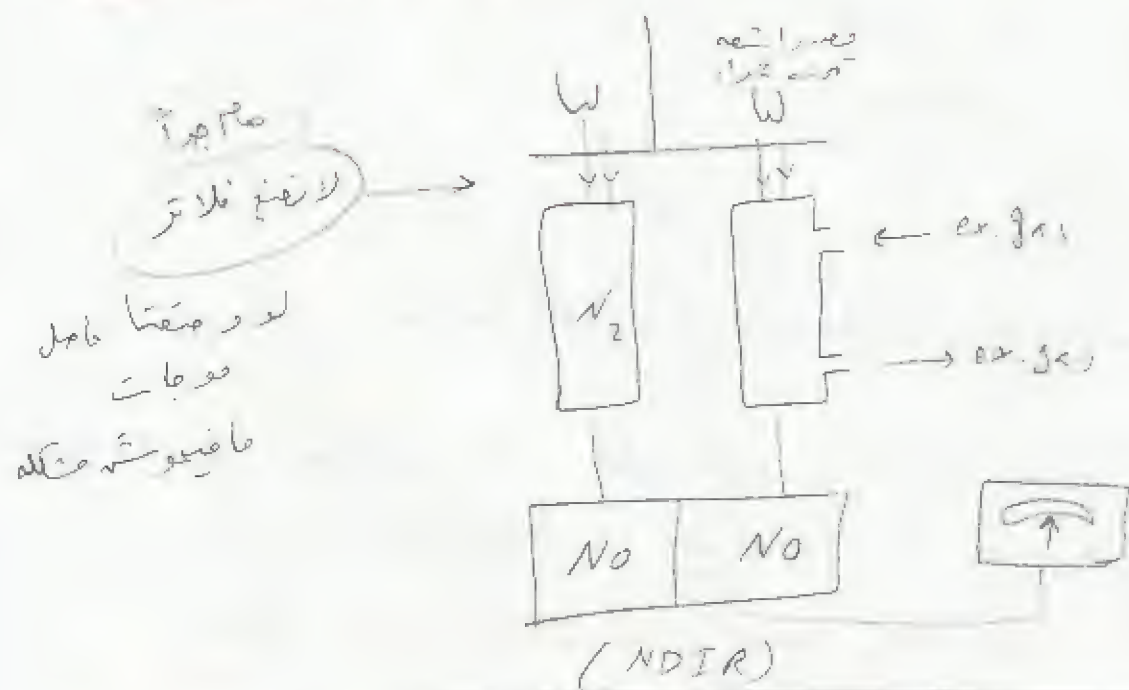
~~فالبالغ بالتالي يقوم الكربون بامتصاص الأشعة كالتالي~~



∴ شرط القياس ← تحويل  $NO_2$  ←  $NO$  ← تاسيس

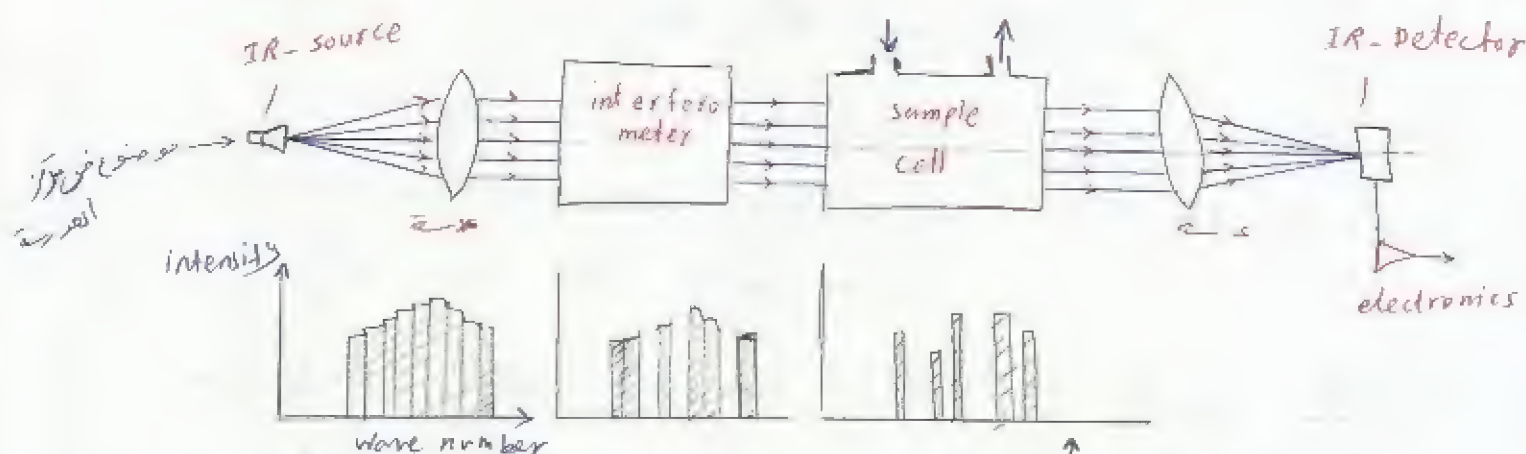
← في هذه الحالة لا تقع فلا تراد في القياس لها فائده في هذه الحالة

مدى  $NO_2$



لقد وصفتنا بأجل  
معدات  
ما في حوشه من كلة

## جهاز الاشعة فوق الحمراء (مقوله فورير (FTIR)



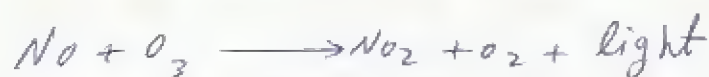
لا فقط تتلخص تردد الاهوال  
المعوية للاشعة

بالتالي يتم فهمها من خلال وتعارفنا بالمصدر الحسابية حاتم امتصاصه بواسطة نار العالم

طريقة اخرى لقياس الـ  $NO_x$

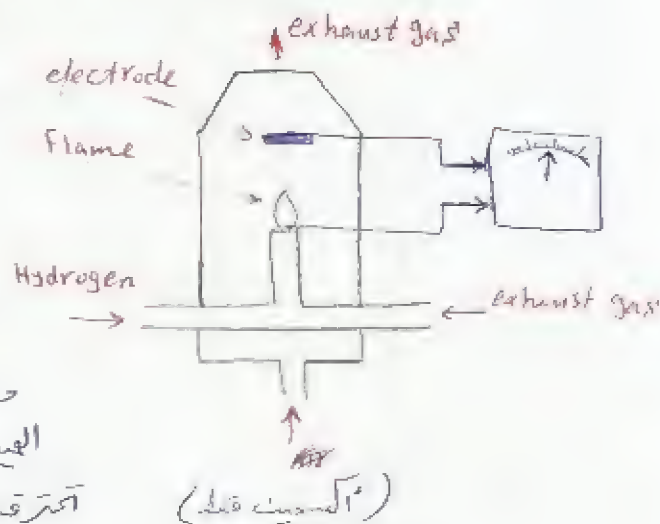
### أ- أسلوب الضوء المتألق

يمكن قياس  $NO_x$  أيضاً بعد تحويل  $NO$  إلى  $NO_2$  بواسطة تجربة الضوء المتألق  
وهو تفاعل كيميائي ينتج عنه ضوء متألق حيث يتفاعل أكسيد النيتروجين  
 $NO$  مع الأوزون  $O_3$  منتجاً  $NO_2$  وأكسيد النيتروجين وكمية من الضوء تتناسب  
مع معدل تصرف أكسيد النيتروجين



### قياس الهيدروكربونات غير المحترقة

حيث فعل حريق لا ينتج عنه أيونات HC  
و الحرقية المناسبة لذلك هو حريق الهيدروكربون  
وهذا الحرقية يمثل أمد قطين دائرة  
كهربية بالتالي لا يسجل مؤشر الجهاز مرور أي  
تيار كهربية في حال عدم وجود غازات عادم  
وعند السماح لغازات العادم المحتوية على نسبة من  
الهيدروكربونات غير المحترقة بالمرور مع الهيدروكربون فإنها  
تتدفق في درجة الحرارة المرتفعة للهب الهيدروكربون وتنتج  
عند هذا الاحتراق لغازات العادم أيونات بالتالي يسجل المؤشر  
مرور تيار كهربية - تتناسب شدة التيار مع تركيز الـ HC.





ولكنه سيفرّج من حرقه  $HC \leftarrow CO_2, CO$  بالتالي الجهاز سيقس كل هذه المكونات  $CO, CO_2, HC$  ولكنه حل هذه المشكلة هو

أنه كل جهاز يكون له معايرة. ولاحظوا أنه نسبة  $HC, CO_2, CO$  نسب ثابتة ومعروفة بالتالي يمكنه ثلاث تأثير  $CO, CO_2$  على القراءة من خلال factor معين.

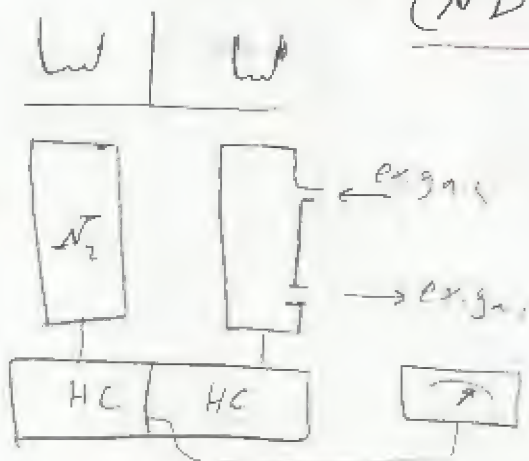
\* لاحظ أنه قراءة الجهاز تتأثر بعدد ذرات الكربون في جزيء الهيدروكربون بمعنى لو استخدم الجهاز في قياس نسبة الهيدروكربون الغير محترق غاز البيوتان  $(C_4H_{10})$  الذي يتكون الجزيء من ثلاث ذرات كربون وسطحه القراءة ثم استخدم الجهاز نفسه لقياس نفس النسبة لـ  $(C_6H_{14})$  بالتالي فإن الجهاز سوف يسجل ضعف القراءة الأولى لأنه عدد ذرات الكربون في جزيء  $(C_6H_{14})$  عبارة عن 6 ذرات وهو ضعف  $(C_4H_{10})$  ما يوجد في  $(C_3H_8)$ .

كل هيدروكربون سيحتاج لجهاز

ولكنه يمكنه استخدام نفس الجهاز بشرط فعل تعديل للقراءة على حسب نسبة ذرات الكربون.

\* طريقة أخرى لقياس الهيدروكربونات غير المحترقة  $HC$

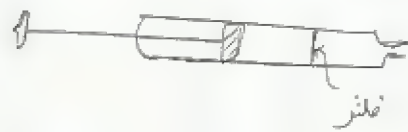
← استخدام (NDIR)



## قياس نسبة الهباب (حيات الكربون العالمية)

### ١١ مقياس الهباب اليدوي

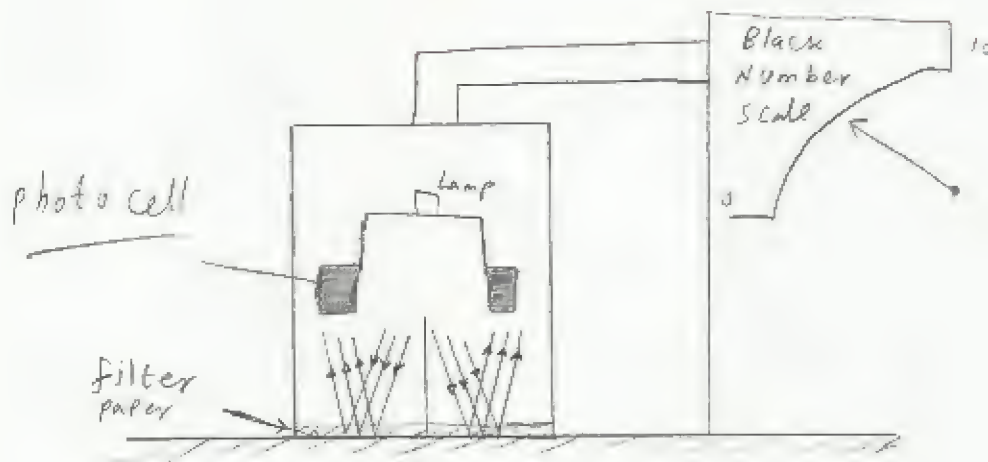
حيث يتم سحب عينة من الغازات بواسطة مكبس ماص مجهز بحيث تمر العينة على فلتر ورقية يعتمد عليها الكربون بالتالي يسود لون الفلتر حسب درجة سواد الورقة الذي يعبر عنه برقم سواد قنفعة عليه يتم تقديره عند طريقه مقارنة درجة سواد ورقة الفلتر بواسطة العين المجردة مع درجات سواد قياسه مدرجة على ورقة ملحقه بالجهاز



ورقة معايره على حسب اللون

### ١٢ جهاز قياس نسبة الهباب باستخدام الخلايا الفوتوية.

حيث يتم قياس الهباب آلياً عند طريقه الخلايا الفوتوية ومن خلال الضوء الذي ينعكس على الورقة ونقيسه مدى الانعكاس وعمل معايرة بالتالي لا يعتمد على العامل البشري



## تخفيف نسبة غازاته العادم الغازية

خفض نسبة تكون  
الغازات داخل المحرك

معالجة الغازات الخارجة  
من المحرك

## معالجة الهيدروكربون غير المحترق وأول أكسيد الكربون

خفض نسبة كل من الهيدروكربون الغير محترق وأول أكسيد الكربون بمأكسدة  
كل منها ويتم الأكسدة اما برفع درجة الحرارة [أكسدة حرارية] أو أكسدة  
بواسطة مواد حفزية.

## الأكسدة الحرارية :-

Thermal reactor درجة حراره عاليه  
تتطلب وجود مقابل حراري  
في حدود 700 درجة مئوية ويتم ذلك بالقرب من صمام العادم



شكل (11-6)

## عيوبه الأكسدة الحرارية:

- 1) تؤدي إلى خفض الكفاءة الحرارية نتيجة ارتفاع الضغط الخلف للمحرك بسبب قربه من صمام العادم وبسبب الحاجة لتأخير حدوث الشرر
- 2) يحتاج مكانه متسع بسبب ارتفاع درجة الحرارة المطلوبة للأكسدة والحرارة الناتجة عنها ~~تتسبب~~ زيادة  $H_2$  و  $CO$  تؤدي إلى تلوث قلب المفاعل.
- 3) لابد من وضع المفاعل أقرب ما يمكن من صمامات العادم للمحرك
- 4) لا يزداد الضغط الخلف لأنه يقلل الكفاءة ولا تفتح صمام العادم مبكراً بالتالي هيمضي جزء من القدرة وبالتفاد من زيادة نسبة  $H_2$  ويزداد احتراقها وينتج عنها حرارة فيعمل اجامات حرارية للمحرك بالتالي يتعطل.

درجة التبريد اعلى  
من الديزل لذلك الديزل  
عاليه بالتالي عند التمدد  
تخففت درجة الحرارة  
الديزل اكفا من التبريد  
والاستخدام في الديزل  
الكل من التبريد بالتالي الديزل  
يظل  $H_2$  اقل من التبريد

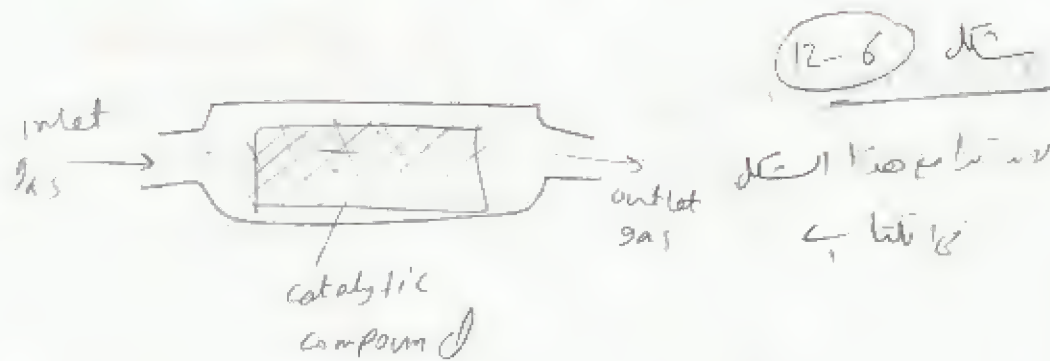


## ② مقاييس الأكسدة بالحفز oxidation catalyst

يُعالج مشكلتين  
 ① رفع المقطع الخلفي  
 ② مشكلة الانفجار لفتح صمام العادم مبكراً  
 في النوع الثاني

في هذا النوع من المقاييس تستخدم مواد تحفز خليط الهواء وغازات العادم بالتالي تساعد هذه المواد الحفزية على اتمام عملية الأكسدة عند درجة حراره منخفضة مثل 200 درجة مئوية بالتالي لا تضطر الى وضع الجهاز بالقرب من صمام العادم وهذا كانه عيب اساسي في الاكسدة الحرارية

\* المواد المحفزة هي عبارة عن خليط من عنصرين من العناصر الثمالة مثل عنصر النكادميوم والبلاديوم ويصمم المفاعل بحيث تغطي المادة المحفزة أكبر مساحة سطحية ممكنة من قلب المفاعل.



لا تسمع هذا الشكل  
 نهائياً

كفاءة المفاعل / هي النسبة بين كتلة الملوثات المزالة نتيجة المفاعل وكتلة الملوثات قبل المفاعل

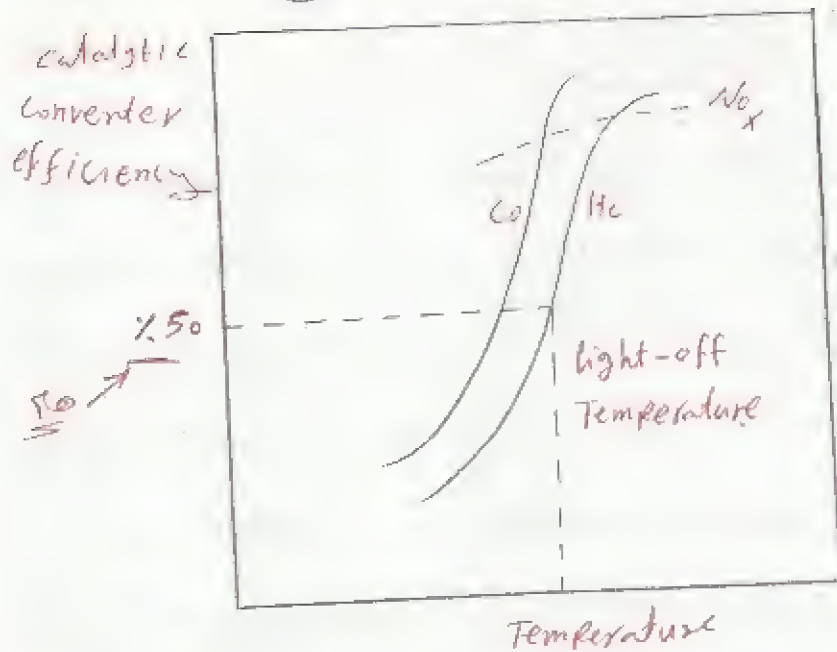
$$R_{CO} = \frac{m_{CO|inlet} - m_{CO|out}}{m_{CO|inlet}}$$

$$R_{HC} = \frac{m_{HC|inlet} - m_{HC|out}}{m_{HC|inlet}}$$

عرف light of temperature

هي درجة الحرارة التي تزيد عنده كفاءة المفاعل عن 50٪

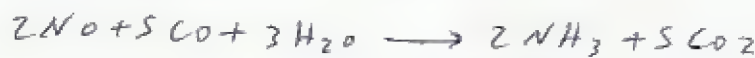
3



[ أثر درجة الحرارة على كفاءة معاملة الأكسدة بالعفز ]

### معالجة الأكاسيد البتروجينية

تم معالجة الأكاسيد البتروجينية بالاختزال وعادة في محركات البنزين يستغل وجود أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات الغير محترقة الموجودة في نواتج العادم (مواد مختزلة) في التخلص من الأكاسيد البتروجينية. وذلك في وجود مواد حافزة للاختزال (أكسيد النحاس أو أكسيد النيكل) وفي درجات حرارة (350-600°C) والمعادلات التالية توضح التفاعلات المحتملة حدوثها داخل المفاعل



ويكون هذا المفاعل ذو فاعلية في حالات الخليط الغني بالوقود فقط

يعيوب الاختزال في الأكاسيد البتروجينية ؟

① ارتفاع درجة الحرارة

② حاجة المفاعل الى حمل المحرك في الخليط غني بالتالي يؤدي الى زيادة معدل

استهلاك الوقود وانخفاضه الكفاءة الحرارية

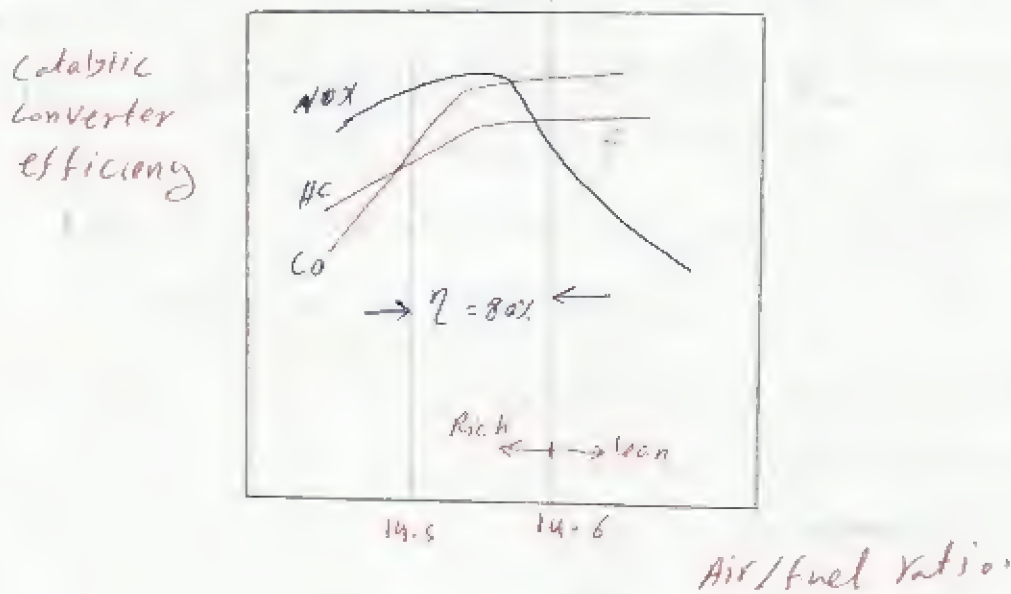


## المفاعل الثلاثي Three way catalysts

هو مفاعل حفزي يتم بداخله اختزال أكسيد النتروجين  
و يستخدم الأكسجين الناتج من عملية الاختزال في أكسدة  
الهيدروكربون الغير محترق وأول أكسيد الكربون  
ولعل ذلك يحتاج لضبط الـ  $(A/F)$  بدقة عالية عن طريق طريقة *Sensor*  
كما في *L-Jetronic* و *k-Jetronic* حيث يقيس نسبة  
الأكسجين ويعطي إشارة للتحكم في الـ  $(A/F)$

ملاحظة

إننا لا نستطيع أن نشتغل بأقصى كفاءة لأن أعلى كفاءة  
تكون عند *lean mixture*  $(A/F = 14.7)$  ولكننا مهندسين  
أنه نشتغل بنسبة صحيحة  $(A/F = 15)$ .



[ كفاءة المفاعل الثلاثي ]

معالجة جسيمات الكربون العالقة (soot)

أولاً كيف يتكون الهباب ؟  
درجة حرارة عالية  
أكسجين قليل

يتم المعالجة بواسطة استخدام مهاييد لتجميعها ثم يتم تنظيف المصيدة بمرق الجسيمات  
المتجمعة عند درجة حرارة حوالي 600° داخل المصيدة وتحويلها إلى ثاني أكسيد الكربون



① يحتاج لدرجة حرارة عالية

② يمكن المصيدة تنسد وبالتالي يزداد الضغط الخلفى وهذا يؤديه إلى انخفاض القدرة والكفاءة الحرارية للمحرك.

③ في ظروف التشغيل العادية للمحرك فحالة درجة حرارة غازات العادم غير كافية لإتمام حرقه الكيميائي بالمصيدة

④ اجراء الحرق داخل المصيدة بحسب انه يتم بدرجة تحكم عالية و إلا تسببت الحرارة الناتجة عن الحرق في تدمير المصيدة.

تخفيض نسبة تآكل الغازات الصارة داخل اسطوانة المحرك

أولاً تخفيض نسبة أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات غير المحترقة

يتم ذلك عن طريق استخدام خليط ضعيف بدرجة لا تؤثر على جودة الحرق

ثانياً تخفيض نسبة الألدهيد

يتم طلاء السطح الداخلي لرأس الاسطوانة كذلك تاج المكبس بطبقة من الفاس

الأحمر بسماكة 300 mm مما يؤدي إلى تخفيض مركبات الألدهيد بنسبة ملحوظة

من عادم المحرك الذي يستخدم خليط من الباززليك والاشانول.

ثالثاً تخفيض نسبة هيدرات الكربون (Soot)

• الدوامية عند الضرب مباشرة عن  
الوقت المبكر  
• يطلع للمحرك بعد

• وقت يخرج الـ Soot ؟

• يخرج بشكل ملحوظ في محركات الديزل عندما تعمل عند القدرة القصوى

وتكون بسبب عدم وجود هواء كافٍ لاحتراق الوقود في بعض الأماكن داخل

المحرك وذلك لعدم التزير الجيد للوقود أو لضعف دامية الهواء

داخل غرف الاحتراق

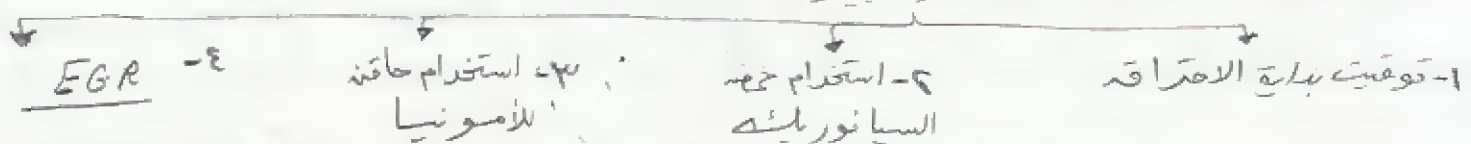
• طريقة التخفيض من تحسين عملية تزير الوقود من خلال استخدام الضخبات الحديثة

لحاقن الوقود

• استخدام غرف حقن غير مباشرة بدلاً من ارتفاع الدامية

مما تؤدي إلى تخفيض نسبة هيدرات الكربون

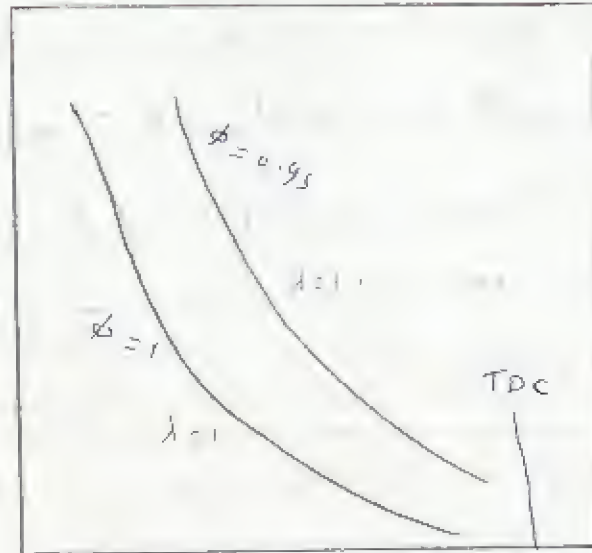
رابعاً تخفيض نسبة أكاسيد النيتروجينية :-



## ١- توقيت بداية الاحتراق :-

يؤدي تأخير توقيت بداية الحرق إلى خفض درجة الحرارة القصوى للغازات داخل ~~المحرك~~ <sup>السطوة</sup> ~~المحرك~~ <sup>الاحتراق</sup> وبالتالي خفضه نسب الأكاسيد النيتروجينية ولكنه لاحظ أنه هذا الأسلوب يكون على حساب قدرة المحرك وكفاءته الحرارية.

Fraction  
of  $NO_x$   
in exhaust  
gas



Spark Timing  
(bTDC)

كلما تقرب من TDC تقل  
الأكاسيد

$\phi$  زكر في قيم

كل ما قلنا  $NO_x$  يزداد

لذلك لا يجب نقل

أثر توقيت الشرع على نسبة الأكاسيد النيتروجينية في العادم

## ٢- استخدام حمض السيانوريك Cyanuric acid

هو حمض صلب يتبخر عند تسخينه دون أن يمر بالحالة السائلة عند امرار غازات العادم عليه يتفاعل مع أكاسيد النيتروجين عند حوالي 500 °C فيحول أكثر من 90% منها إلى نيتروجين وبخار ماء وثاني أكسيد الكربون

هذا الأسلوب يستخدم للمركبات الثابتة ويعوق استخدامه في محركات المركبات أنه وزنه يكون ثقيل وحجمه يكون كبير لهذا لا يستخدم فيها.

## ٣- استخدام حاقن للأمونيا Ammonia injection system

هذا النظام يستخدم أيضاً للمركبات الثابتة حيث يحتاج إلى خزانات أمونيا حيث:



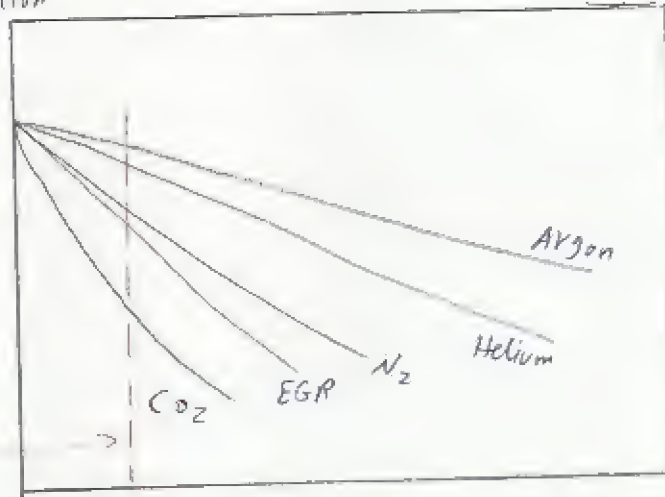
## ٤- استخدام أسلوب تغير التركيب النوعي للهواء الداخل للمحرك

فكرة هذا الأسلوب هي خفض درجة الحرارة القصوى للغازات داخل غرفة الاحتراق وبالتالي خفض نسبة الأكاسيد النيتروجينية حيث أنها تتناسب طردياً مع درجة الحرارة ويتم خفض درجة الحرارة بواسطة إضافة كمية من الغازات الخاملة أو الغازات التي ليست لها القدرة على التفاعل مع الوقود [بالتالي هذا الغاز الخامل يمتص كمية من الحرارة المحررة من الوقود لذلك لدرجة حرارة الخليط بالتالي تنخفض درجة حرارة الغازات ككل ولكنه هذا يقلل الكفاءة الحرارية]

7

تقلل الانبعاثات سبب انخفاض  $T_{max}$

mole fraction  
of  $NO_x$   
in exhaust



EGR  
يغير تركيز العوادم الداخل للمحرك  
مما يزيد التبريد على حساب  
الأكسجين بالتالي التبريد يمتد  
حراره قليل (T)

معدل التبريد يمتد أنه عند صيف  
مع حاجة ثانية وبالتالي منه ينشأ  
درجة الحرارة

خط لك صرف انبعاثات  
الـ  $NO_x$  في الهواء  
بما هو ممكن

Diluent in intake

كل عينة استعمل  
C, H, O

لا راحة يتقابل

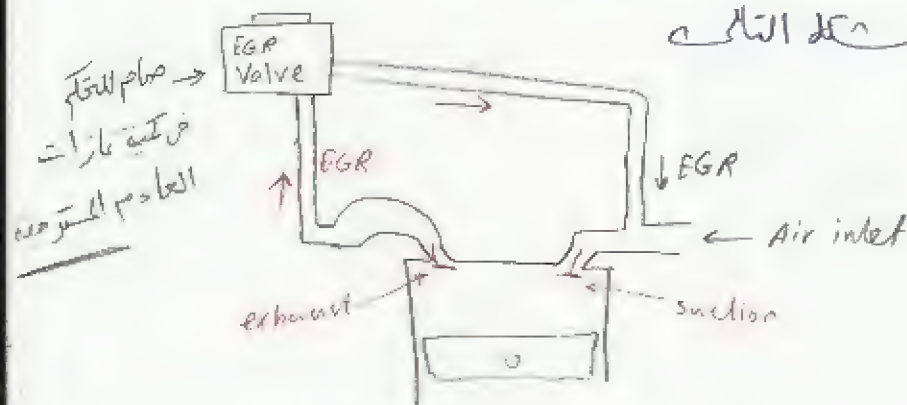
في وقت حرج

أ تومارة بعض الغازات للعوادم الداخل للمحرك

يستخدم غاز خامل أو  $N_2$  أو EGR

exhaust gas recirculation ← EGR

حيث يسترجع كمية من غازات العادم الخارجة من محم العادم إلى المحرك  
بمهم السحب كما بال شكل التالي



[منظومة استرجاع غازات العادم]

لماذا نسبة EGR في البنزين أقل من الديزل؟  
مبني في مولد البنزين؟

- ① تسبب في انبعاث جبهة اللهب
- ② زيادة عدد دورات خلية الإشعال
- ③ زيادة نسبة الهيدروكربون الغير محترق



# Hybird car المحرك الهجين

هو محرك يعمل بالبنزين والكهرباء معاً.

$$\uparrow \alpha \quad \gamma_c \uparrow$$

\* مشكلة محرك البنزين :-

\* نحاول تصميم المحرك لأعلى كفاءة حرارية وأقل معدل استهلاك الوقود

\* محرك السيارة الهجين يستغل دائماً عند الفتحة الكاملة ولكنه يوجد هنا مشاكل عند بدء التشغيل وكذلك لما الحمل يقل لذا الحمل تأخذ القدرة الزيادة لشحن البطارية. ثم عمل السيارة الهجين لتحسين الكفاءة الكلية للمحرك.

\* السيارة الهجين تعمل عند فتحة كاملة دائماً بالتالي لو أردنا تشغيلها عند حمل جزئي

فياننا تأخذ الفائض من القدرة لشحن بطارية الكهرباء

Generator أميانياً

بالتالي يوجد ماتور يعمل كـ > ماتور أميانياً آخرى

\* الاتجاه الحديث يجه الى استخدام  $\gamma_c$  متغيرة

بحيث لما الحمل يقل تزود ال  $\gamma_c$  ولما الحمل يزيد تقل ال  $\gamma_c$

تغير نسبة الانضغاط يفيد في

① يرفع كفاءة الماكينة ② يقلل المعدل النوعي لاستهلاك الوقود

③ استخدام أنواع مختلفة من الوقود

لأن كل نوع وقود يكون له  $\gamma_c$  معينه بالتالي لو استطعنا تغيير

ال  $\gamma_c$  نستطيع استخدام أنواع مختلفة من الوقود.

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 11 \text{ --- } 95 \text{ بنزين} \\ \gamma_c = 9 \text{ --- } 81 \text{ بنزين} \end{array} \right\}$$

\* محرك المكبس الحر ← حيث فيه لا يوجد تحويل لحركة دورانية



\* الحركات المذبذبة

# المحركات متغيرة نسبة الانضغاط

Variable Compression engines

(VCR)

Variable Compression ratio

من خلال تغيير نسبة الانضغاط نستطيع زيادة الكفاءة عند الأحمال الجزئية.

مميزاته دورات المحرك بنسب انضغاط مختلفة.

- ① يمكن معها دورات نفس المحرك بأنواع متعددة من الوقود دون حدوث أضرار.
- ② يمكن معها دورات المحرك بخليط من أنواع مختلفة من الوقود بأعلى كفاءة حرارية.
- ③ تؤدي لزيادة مدى تشغيل محركات الانشغال بالحر.
- ④ تؤدي إلى خفض المعدل النوعي لاستهلاك الوقود عند الأحمال الجزئية لمحرك التشغيل بالحر.

\* ما إذا حدث لو وضعنا بنزين في خزان وقود سيارة ديزل أو العكس ؟

القدرة القومية هي القدرة المولدة في طرف عمود الإدارة والمخاطبة القوم.

المفرد في طرف عمود الإدارة ولا يوجد القوم في الطرف.

القدرة

القدرة

القدرة السريعة ؟

المفرد في الطرف والكباري

والاقتطاع

\* كيف يتغير حمل المحرك في العمل وكيف يتغير على الطريقة السريعة ؟

\* كيف نختار نسبة انضغاط محرك بنزين ؟

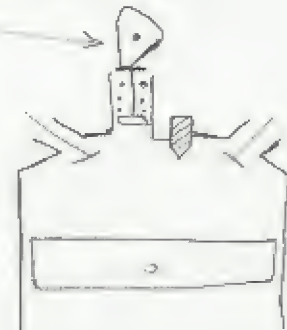
نفسه بنسب مختلفة ونفسه، فكل واحد منهم يكون مختلفا في نفس الحالة

\* أساليب تغيير نسبة الانضغاط أثناء دورات المحرك

كامة تتحكم في حجم الفراغ.

بالتالي يتغير  $V_c$  متغير  $V_c$

$$V_c = \frac{V_{sc} + V_c}{V_c}$$



Ford (VCR) Head

المحطة

الدول أنظمة البنزين  
لأن الديزل به  $V_c$  عالية  
يجب أن يكون التمدد الفعلي  
كبير

## Gomec system (VCR)

عبارة عن شلقة لا مركزية موصولة بين ذراع التوجيه وعمود الكراسي  
وتدور هذه الحلقة بواسطة محرك كهربائي حيث نتحكم في  $V_{cr}$ .

- ① Variable Compression ratio
- ② True over expansion
- ③ Reduced pumping loss
- ④ reduced friction

مميزاته

التمدد السريعة  $V_c$ .

15/12



## \* البنزين في ديزل

يحدث له pre-ignition حيث الاشتعال الذاتي

للبنزين أقل من الاشتعال الذاتي للدiesel

التالي سيشعل ولا زال في حوله

الانضغاط مما يؤدي المحرك شغل عكسي

قد يؤدي لانكسار ذراع التوصيل

ولو صمام السحب مفتوح قد يحدث

Back fire من المزلجة

لأنه في ديزل أكبر من في بنزين

## \* الديزل في البنزين

\* قد لا يشعل

\* وقد يشعل ويكون في نماية احتراق الانضغاط

بالتالي معظم الاشتعال يحدث

والمكبس تارل بالقال لا تشعل



احترق الوقود

\* كما يؤدي لاحتراق سريع

OSCAR

كما يؤدي إلى انه معظم الوقود يخرج دون ان يشعل

كفاءة سيئة



← أيضًا متعلقة حصة العقود ونزاعاتها

حصة النزاعات لا تظهر نزاعاتها

← حصة تربية شخصية الحق لا تكون إلا بالسوا



OSCAR

## [ المحركات التربينيه ]

وتنقسم إلى عدة أنواع :

- ١- محركات تربينيه في تطبيقاته الصناعية
- ٢- محركات تربينيه في الطائرات { مركبات نفائفة
- ٣- محركات تربينيه في المواريج

معنى أنه المحركات النفائفة لعدد نوعيت  $\rightarrow$  ① طائرات  
② مواريج

⇐ اذكر موايا ونسب المحركات الدفعيه ٢ : ↓

⇐ ① ماهي ميزة المحركات التربينيه عن محركات الديزل والتربين ٢ :

- ١- استقرار عزم الدوران وانخفاض الذبذبات الميكانيكية الناجمة عن دورانه
- ٢- اتساع نطاق قدرته حيث تتراوح بين 10kw وحتى 200MW
- ٣- قلة اجزائه الميكانيكية بالتالي ارتفاع قدرته النوعيه وانخفاض تكاليف الصيانه
- ٤- يمكن استخدام انواع مختلفه من الوقود تتراوح بين الوقود الخفيف نسبياً مثل الكيروسين
- ٥- يسوع في تطبيقاته حيث يستعمل في مجال استاج الطاقة الكهربائيه ومجال التطبيقات الصناعيه وفي مجال النقل البري والجوي والقطارات

- ٦- يوجد حركه دورانيه بدلاً من الحركه التردديه بالتالي لو كلاًهما له نفس المساحه فيكون الا ممكناً في حالة الحركه الدورانيه اقل مما يعني كفاءة ميكانيكيه أعلى



## عيوب المحركات التربينيه

- ① ضعف استجابتها لأي تغير سريع في الحمل الخارجى الواقع على المحركه ولهذا فهي تناسب العمل في أغراض ذات أحمال مستقره أربطه التغير في الحمل وهذا الامر يؤدي إلى الحد من استخدامها في مجال السيارات والشاحنات الخفيفه.

②

٢- كفاءتها في الاحمال الجزئية تكون منخفضة

حيث نظراً لانه جزء كبير من طاقة المحرك تستخدم في ادارة ما خلف المحرك الذي يعمل غرفة الاحتراق بالهواء اللازم للاحتراق وكذلك لتبريد الغرفة والتي قد تصل الى حوالي 70% بل نجد انه كفاءة المحرك الحرارية غالباً ما تكون اقل من 10% من المحركات الترددية خاصة محركات الـ كما تحقق هذه الكفاءة بشدة عند الاحمال الجزئية

٣- زمن الـ starting أطول من الديزل والبنزين

٤- درجة الحرارة الخارجة من التربين عالية بالتالي مفاتيح مالمية بالتالي كفاءة ايكولوجيات مالمية

٥- ارتفاع سرعة دورانه عامود التربين خاصة في المحركات الصغيرة والمتوسطة يحققه من عزم الدوران الى حد كبير مما يلزم تحفيتها السرعة باستخدام وسائل ميكانيكية مختلفة مما يقلل من الكفاءة الميكانيكية الاجمالية

توضيح بعد النقاط التي ذكرناها في المميزات

\* استقرار عزم الدوران /

لانه حركية مستمر Continuous وليس حركية متقطع كما في حالة محركات الاحتراق الداخلي

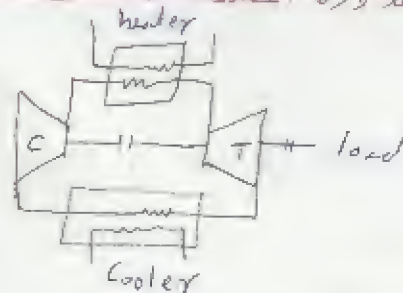
\* تستخدم (A/F) عالية /

حيث نأخذ جزء كبير من الهواء للعمليات التبريد

١- الدورة المفتوحة والمفتوحة لوحة توربينات غازية



(دورة مفتوحة)



[دورة مغلقة]

وظيفة التربين - تولد علواً لضغط الى سرعة تشغيلها فقط  
وكيف في البداية تحتاج starting للوحدة

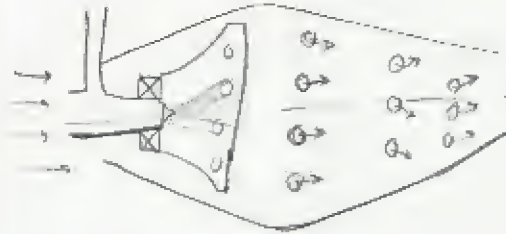


## غرف احتراق الترسين الغازي:

تكون غرف احتراق الترسينات الغازية من جزأين أساسيين هما

١) اسطوانة اللهب Fire tube

٢) قصبة التبريد Air Jacket



(غرفة احتراق ترسین غازی)

وينقسم الهواء الخارج من الضاغط الى جزأين يدخل أحدهما الى غرفة الاحتراق حيث يتلصق بالوقود المحترق في الغرفة وذلك حسب نسبة الهواء الى الوقود المطلوبة ~~والصحة~~

\* لضمان استقرار اللهب من ظروف التشغيل المختلفة يتم التحكم في حركة الهواء والوقود داخل اسطوانة اللهب بحيث تساعد على سرعة التفاعل. أما الجزء الآخر من الهواء فيسري حول الاسطوانة اسطوانة اللهب من الخارج حيث يعمل على تبريد ها خاصة حول منطقة الاحتراق ثم يدخل الهواء الى داخل الغرفة ليختلط بغازات العادم بغرض التحكم وضبط درجة حرارة مخلوط الغازات قبل دخولها على ريش الترسين.

\* انواع غرف احتراق محرك الترسين الغازي

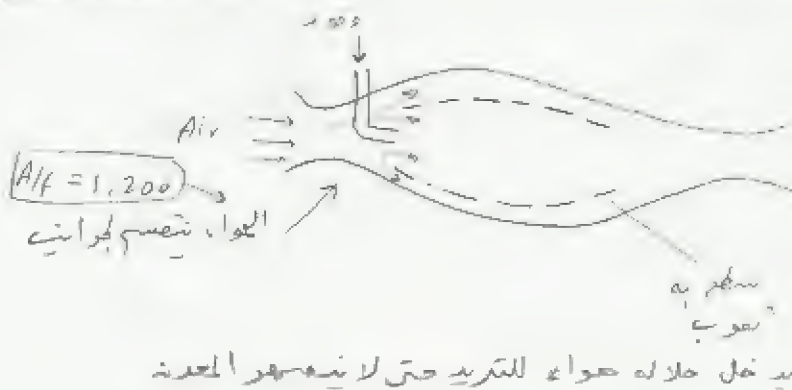
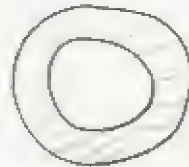
١٤٥  
١٤٤ Fig/a) انظر



١) غرف احتراق اسطوانية

٢) غرف حلقيّة

١٤٥  
١٤٤ Fig(b) انظر



ما المتطلبات اللازمة أخذها في الاعتبار عند تصميم غرف احتراق التربينات الغازية ؟

### ١- أعلى كفاءة احتراق

٢- أن يكون الفقد من الضغط بين مدخل ومخرج الغرفة أقل ما يمكن

٣- سهولة بدء الاحتراق عند مختلف الظروف الجوية

٤- العمل في مدى واسع من نسب الهواء إلى الوقود والتي تتراوح بين ١:٤٥ وحتى ١:٢٥٥

٥- عدم السماح بتكون بقايا الكربون داخل الغرفة حتى تستمر الغرفة لعمر أطول

٦- أن يتناسب عمر غرفة الاحتراق مع عمر المحرك التربينى ككل

٧- أن تكون ذات تصميم مدمج مع حيث الحجم و ففة الوزن خاصة في محركات الطائرات

٨- أن تكون درجة حرارة الغازات الخارجة من الغرفة متساوية على طول مساحة المقطع

حتى لا تحدث أجهادات حرارية كبيرة على ريش التربينات ولضمان أدائه الجيد

عمل خلط جيد بين جزئيات الغازات الخارجة من غرفة الاحتراق

٩- التحكم في درجة حرارة الغازات قبل دخولها إلى ريش التربين لمنع أى تأثير سلبي عليها

١٠- الحفاظ على استقرار اللهب مهما كانت سرعة الهواء الداخل للغرفة

### المحركات الدفعية [ المحرك النفاث ] [ الصواريخ ]

تعتمد المحركات الدفعية على القوة الناشئة من اندفاع الغازات الخارجة منه

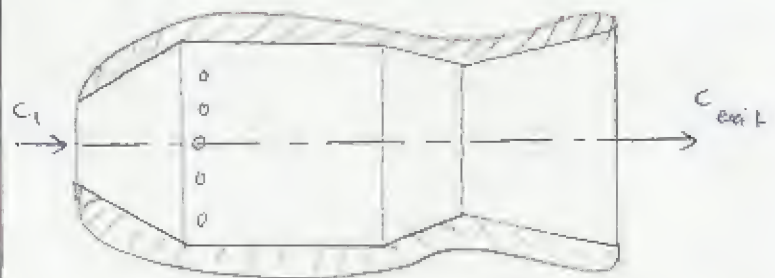
Nozzle مركبة عند مخرج التربين الغازى حيث يتم تحويل ضغط الغازات

إلى kinetic energy

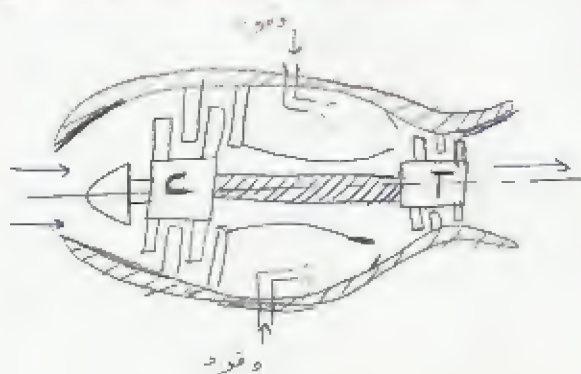
تستخدم في الطائرات وخاصة الطائرات النفاثة

### أنواع المحركات الدفعية

محرك دفع لا يحتوي على أجزاء متحركة



محرك دفع يعتمد على تربين غازى



5

## أنواع الموارد التي يمكن استخدامها في الوقود

تلك التي يمكن احتراقها لا بد من وجود  
وقود + مادة مؤكسدة  
المؤكسد + الوقود + وسيلة دفع  
الغازات + وسيلة دفع

موارد تعتمد على الوقود الصلب

وقود = [نترات بوتاسيوم + سكر + ماء]

موارد تعتمد على الوقود السائل



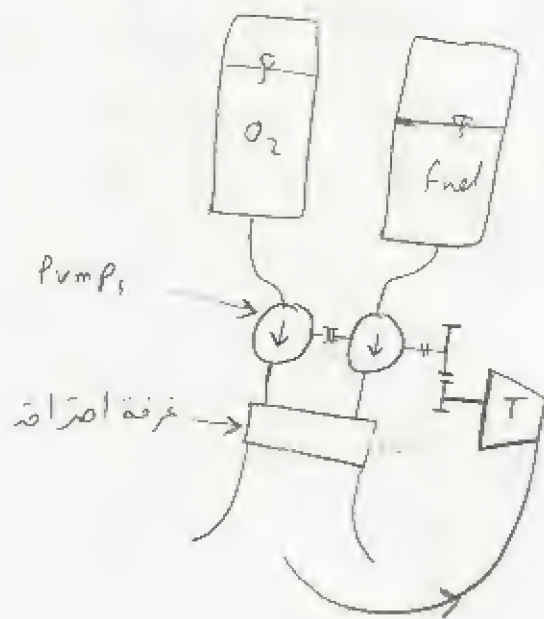
\* الموارد يمكن بالسهولة يمكن أن يحمل أكثر من رأس لمزيد من أهداف وكيف يتم توصيلها ؟

\* يتم توصيلها عن طريق وضع محركات دفع صغيرة على الأنابيب .

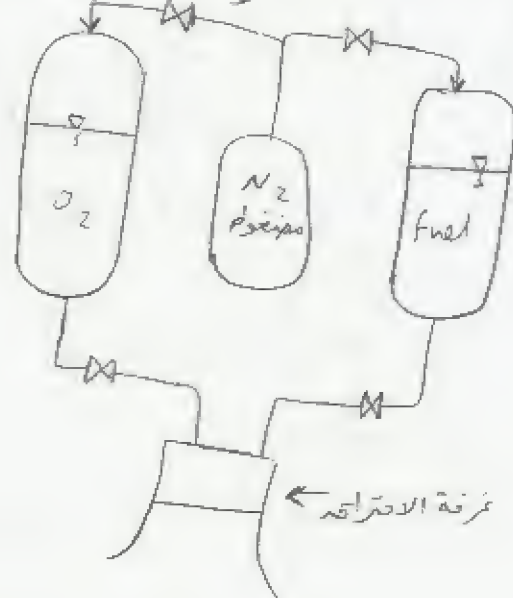
\* لا حظ أن الوقود والأكسجين يكونان في حالة سائلة

\* كيفية منع الوقود داخل غرفة الاحتراق يتم ذلك بطريقة متعقدة

باستخدام مضخات



بواسطة الضغط على السطح الخارجي  
خزان الوقود وخزان الأكسجين  
باستخدام خزان مساعد من غاز مضغوط  
مثل غاز النيتروجين



حيث تقوم بعمل وحدة توربين غازي  
بها تبدأ الحريق وبها تشغيل المضخات



مميزات المحركات التي تعمل بالوقود السائل عن المحركات التي تعمل بالوقود الصلب:

① الـ heating value للوقود السائل أعلى من الصلب بالتالي كمادات البعيرة يفضل عملياً وقود سائل

② من الممكن عمل عليه تجربة حيث يمكن تشغيله وتوقيفه حيث أننا نستخدمه وهو واقف فكلما أنه حيث نستعمله المؤكسد والوقود ونعيد ملئهم مرة ثانية

③ استخدام المضخات يسمح بتحقيق الوزن بالتالي نسبة الدفع للوزن (الدفع النوع) يكون أعلى  
٤ - يمكن اختياره قبل استخدامه

### عيوب استخدام الوقود السائل

① الوقود السائل لا بد يتم تجهيزه قبل الاطلاق مباشرة بمعنى نملأه بالمواد المؤكسدة والوقود قبل الاطلاق مباشرة حيث لا يمكن تخزينه وهو متلئ بالتالي يحتاج لوقت بينما في حالة الوقود الصلب يكون الأمر

- ② يمكن حدوث تآكل
- ③ غير قابل للتخزين وهو متلئ
- ④ عرضة لحدوث Cavitation والذي يؤدي لتقليل التدفق.
- ⑤ مركز ثقل الصاروخ يكون متغير ويتم التقلب على هذه الظاهرة عبر تصميم شكل الخزائنه حيث يتم عمل الخزائنه على شكل كره مائعين أكبر مساحة سطح لتقسيم الحجم ولكنه شكل انكسارات تؤدي الى هدر كبير في مساحة الصاروخ



كما بالشكل

لذا يتم عملياً استلوانيه كما بالشكل في الصفحة التاليه حتى نستفيد بأكبر مساحة داخل الصاروخ

A schematic diagram of a fuel cell. It consists of two stacked oval-shaped components. The top oval is labeled  $O_2$  and the bottom oval is labeled "Fuel". Arrows point downwards from the bottom of each oval, indicating the flow of reactants into the cell.

A hand-drawn diagram of a fuel cell. It consists of a large outer rectangle and a smaller inner rectangle centered within it. The inner rectangle is labeled  $O_2$  and has a downward-pointing arrow below it labeled  $O_2$ . The space between the inner and outer rectangles is labeled  $Fuel$  and has a downward-pointing arrow below it labeled  $Fuel$ .

د اقل دعوې

①

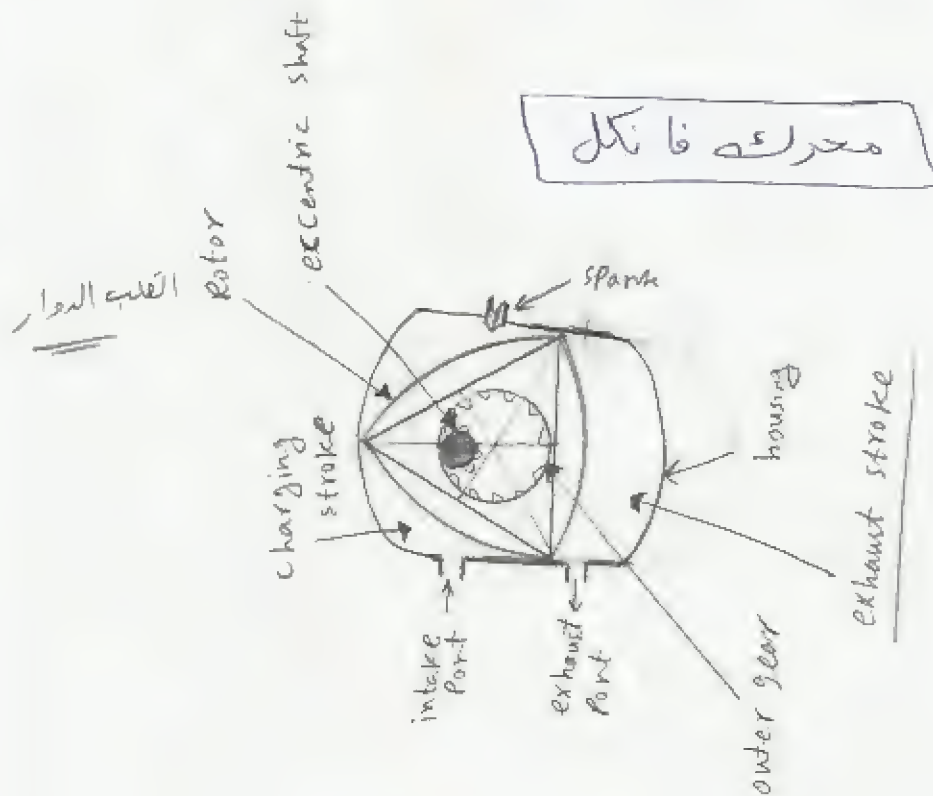
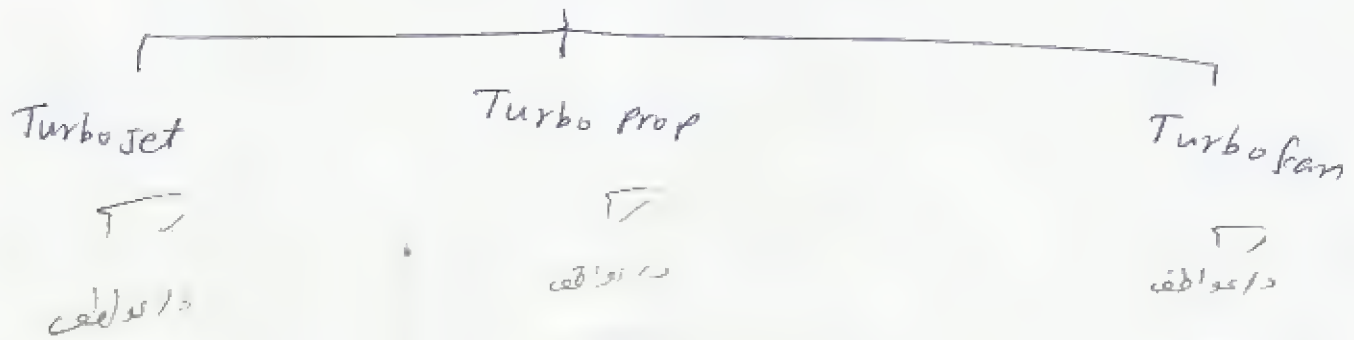
مأمرة (13)

د/عوضه شاد

AlAqsa is our goal.

(6 Pages) + sec  
الرج

انواع المحركات الرئيسية للطائرات



\* انظر شكل (7-7) يوضح تركيب محرك فانكل

\* لاحظ ان housing مع القلب الدوار يدور كما أنهم اسطوانات

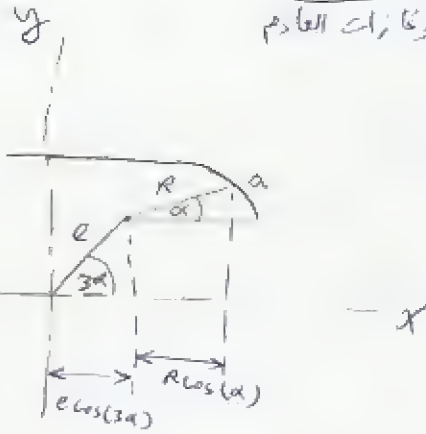
شكل (7-18) بالكتاب يوضح الاجراءات

الحركية للمحرك



\* الترسية الغازية ← احتراق داخلي

منه الذي يغلق الترسية صوفا زات القادم



350

$$x_a = e \cos(3\alpha) + R \cos(\alpha)$$

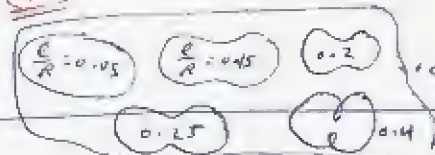
$$y_a = e \sin(3\alpha) + R \sin(\alpha)$$

بالنظر اذا اردنا رسم ال casing

فاننا نعرف من alpha من 0 حتى 360 ويجب ان يكون y اقل من 0

x لا خط من شكل (7-11)

لوقال اننا نعرف  
النسبة فاننا نعرف  
شكل (11-7)



في هذا النوع من المحرك المادة العاملة

تأتي فقط بحدودها ونستعملها

ونكون نستعمل المحرك بحدود

التي standing

محركه ستروينج

\* احتراقه خارجي

\* صعوبة ال starting

اكثر قطر يكون عندما  $y=0$

اي اننا نعلم ان  $\alpha=0$  و  $\alpha=180$

حيث e و R على استقامة

واحد في نفس الاتجاه

$$x = R + e$$

$$d_{max} = 2x = 2(R + e)$$

اكثر قطر عند  $x=0$

اي اننا نعلم ان  $\alpha=90$  و  $\alpha=270$

حيث e و R على استقامة

واحد في نفس الاتجاه

$$x = R - e$$

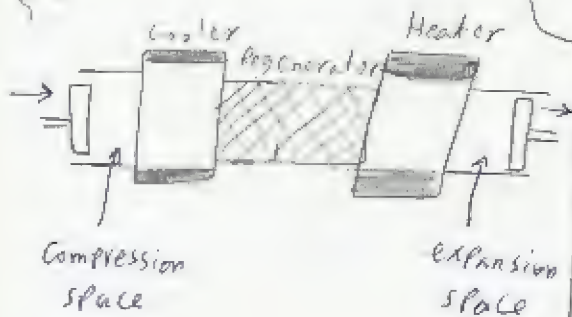
$$d_{min} = 2x = 2(R - e)$$

\* لابد نعمل starter

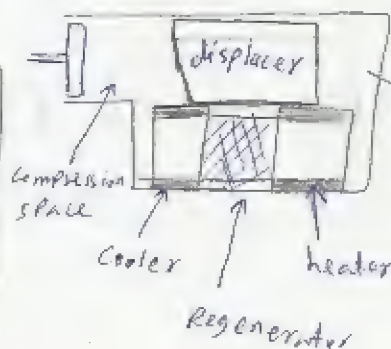
\* له ثلاثة انواع

محركه ستروينج نوع الفا

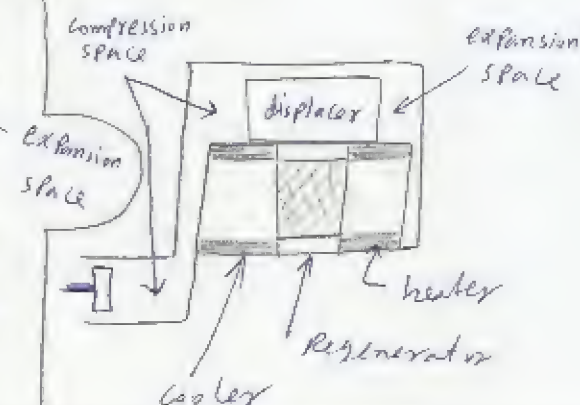
تسليم



محركه ستروينج نوع بيتا  
يستعمل امداد الضغط و displacer



محركه ستروينج نوع جاما



استغلال فرق درجات الحرارة بين وسطين لعمل حركة تردديه للمكبسه

### النوع الفا

يوجد مكبسه واحدها سيخنه مائع التشغيل امامه بشكل مستمر والاخر يبرد مائع التشغيل امامه بشكل مستمر.

### النوع بيتا والنوع جاما

يوجد مكبسه واحده والمكبسه الاخر تم استبداله بجمع اسطوانتي متاخرجه الحركة *displaced* والاختلاف بين بيتا وجاما في كونه المكبسه والمتاخرجه في النوع بيتا يكونا معاً في اسطوانة واحده بينما في النوع جاما يكون كل منهما في اسطوانة منفصله ويربط بينهما الاسطوانتين قناه تسمح بتبادل مائع التشغيل

### مميزات محرك ستروكينج /

- \* اقل المحركات كفاءة حراريه
- \* يستخدم في التطبيقات الفضائيه
- \* يستخدم للمحور على كبرياء هذه التطبيقات الشمسيه.

### عيوب محرك ستروكينج /

لا يمكنه استخدامه في المركبات نظراً لعدم استجابته السريعه لبدا الدوران وعمليات التعجيل.

\* محركات ستروكينج يمكنه استخدامها كحركات ~~مكبسه~~ مكبسه حر الذي سيشرحه لاحقاً حيث تستخدم في التطبيقات التي لا تحتاج لحركة دورانيه.



(٥)

# (المحركات ذاتة المكبس الحر)

\* يستخدم في حالة التطبيقات التي لا تحتاج لحركة دورانية

مثل إدارة مضخة ترددية هيدروليكية أو مضخة ترددية

حيث كلاهما حركة ترددية بالتالي لا حاجة لوجود كرانك

حيث الكرانك يستخدم فقط لتحويل الحركة الترددية لدورانية

مميزات

① خفض التكاليف [ لا يوجد كرانك (عمود مقفلة) ]

② كفاءة ميكانيكية عالية [ لأن الكرانك كاسر لزود عدد العناصر الميكانيكية وتزيد مقادير الاحتكاك ]

③ لما تزيد الكفاءة الميكانيكية فإن الكفاءة الحرارية تزداد وبالتالي خفض المعدل النوعي لا احتمال في الوقود

④ يمكن توليد طاقة كهربائية دون الحاجة لتحويل الحركة الترددية إلى حركة

دورانية ويتم ذلك باستخدام مولد تيار كهربائي ذو حركة

خلفية [ حيث يتغير قطع خطوط الضغط على التوربينات ]

كما بالمثل

الموضع محرك مكبس حر يستخدم

في توليد تيار متردد

تقاس الزوايا

ولكن تردد

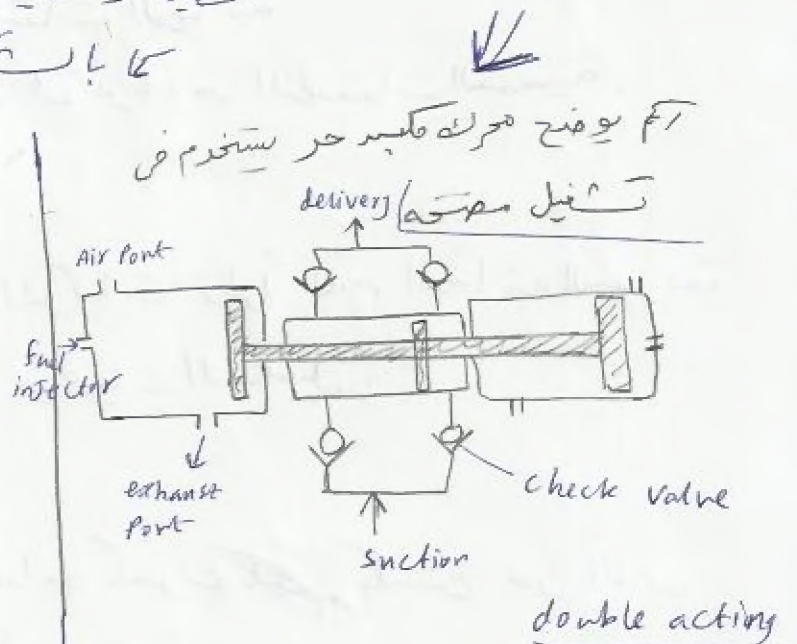
linear generator

في الحركة الترددية تقع صولنا

قطبين متقابلين

مكبس يتحرك في فيه متقابلين

شكل (٢-١٥)



مرة سحب وطرد الجانب الاخرى طرد سحب

المتقبل الايمن والمتقبل الايسر عبارة عن محرك

المتقبل الاوسط مضخة ترددية



## ⑤ [ محرك اشغال بالشرر متعدد الطبقات (stratified) ]

في مرله البنزين فقط

\* لكي يقلل ال miss fire

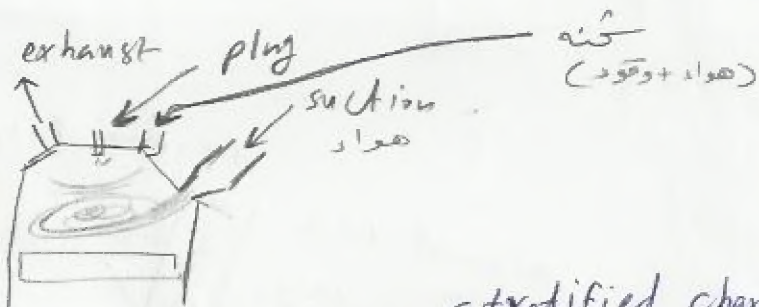
\* حيث الشحنة التي داخله مكونه من طبقات وقوة الخليط تقل  
كل ما بعدنا عند شمعة الاحتراق

حيث في المحرك العادي كل ما معنى الخليط حيث miss fire

\* الهواء يدخل من جانبيه الاسطوانة بالتالي الهواء وهو

داخل يأخذ جزء من الشحنة بالتالي تستطيع تقليل

ال miss fire سببه ١٥٪ تقريباً



stratified charge engine

هو محرك اشغال بالشرر ذات شحنة من الهواء والوقود على هيئة طبقات  
مختلفة في نسب الهواء إلى الوقود حيث يكونه الخليط جوى بالقرب من  
شمعة الاحتراق بالتالي يقل عدد مرات فشل الحريق في خليط في  
باقي الغرفة مما يزيد من الكفاءة الحرارية للمحرك.

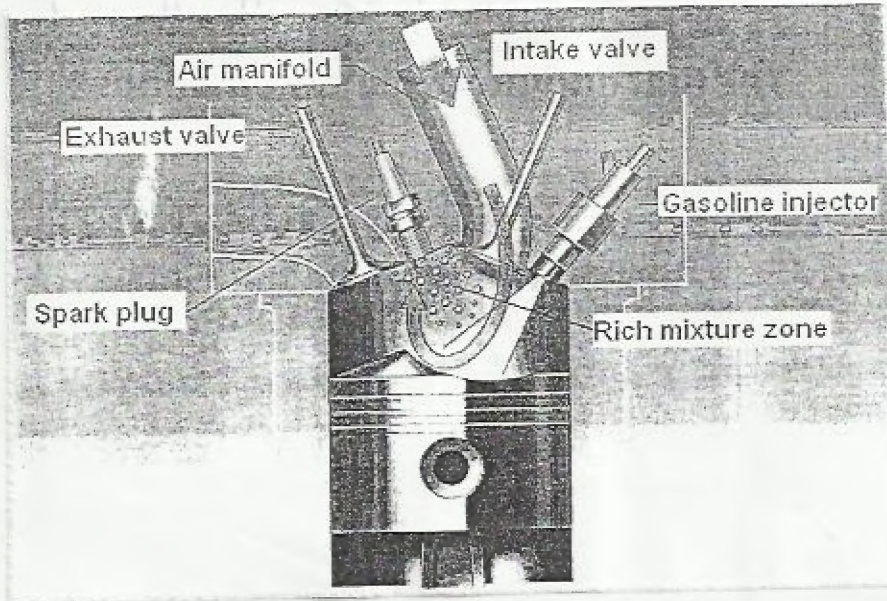
④ وفيه يتم حقن الوقود داخل اسطوانة المحرك أو في غرفة صغيرة

تشكل جزء من غرفة الاحتراق كما في الشكل  
و يحقن الوقود في نهاية سوط الانقباض

حل الامتلاء  
من السحب للسمان

المحرك مرسوم في الصفحة التالية.





شكل (3-28) محرك إشعال بالشرر متعدد الطبقات  
Stratified charge engine

